

**TESIS**  
**OPTIMASI PEMBUATAN ASAP CAIR DARI BAHAN**  
**BATOK KELAPA SEBAGAI PESTISIDA ORGANIK**  
**MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**



Oleh  
**Siswanto**  
**18916i126**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**2021**

**OPTIMASI PEMBUATAN ASAP CAIR DARI  
BAHAN BATOKKELAPA SEBAGAI PESTISIDA  
ORGANIK MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

**Tesis Untuk Memperoleh Gelar Magister  
Pada Program Pasca Sarjana Magister Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia**

Siswanto  
18916126

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2021**

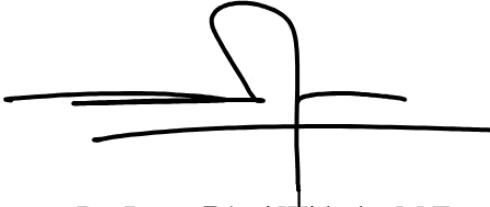
**Lembar Pengesahan**

**OPTIMASI PEMBUATAN ASAP CAIR DARI BAHAN BATOK KELAPA  
SEBAGAI PESTISIDA ORGANIK MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

Tesis telah disetujui pada tanggal

4 Juni 2021

Pembimbing I,



Dr. Imam D'ati Widoda, M.Eng.Sc  
NIP 935220102

Pembimbing II,



Ir. Ali Parkhan, MT  
NIP 905220102

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister Fakultas Teknologi  
Industri Universitas Islam Indonesia



Winda Nur Cahyo, S.T., M.T. Ph.D  
NIK 025200519

## Lembar Pengesahan Penguji

### OPTIMASI PEMBUATAN ASAP CAIR DARI BAHAN BATOK KELAPA SEBAGAI PESTISIDA ORGANIK MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

#### TESIS

Disusun Oleh :  
Nama : Siswanto  
NIM : 18916126

Telah dipertahankan di depan Sidang Penguji sebagai salah satu syarat untuk Memperoleh Gelar Master Teknik Industri Program Studi Teknik Industri Program Magister Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 17 Juni 2021 • • •

Ketua Penguji

Dr. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc

Anggota Penguji

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M

Anggota Penguji

Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc.



Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Industri Program Magister  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Winda Nur Cahyo, ST., M.T., P.hD.  
NIK. 025200519

## Pernyataan Keaslian Tulisan

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini merupakan tulisan asli dari penulis, dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya atau tulisan dari penulis lain terkecuali referensi atas material tersebut telah disebutkan dalam tesis. Apabila ada kontribusi dari penulis lain dalam tesis ini, maka penulis lain tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam tesis ini.

Dengan ini saya juga menyatakan bahwa segala kontribusi dari pihak lain terhadap tesis ini, termasuk bantuan analisis statistik, desain survei, analisis data, prosedur teknis yang bersifat signifikan, dan segala bentuk aktivitas penelitian yang dipergunakan atau dilaporkan dalam tesis ini telah secara eksplisit disebutkan dalam tesis ini.

Segala bentuk hak cipta yang terdapat dalam material dokumen tesis ini berada dalam kepemilikan pemilik hak cipta masing-masing. Apabila dibutuhkan, penulis juga telah mendapatkan izin dari pemilik hak cipta untuk menggunakan ulang materialnya dalam tesis ini.

Yogyakarta, {21 Juni 2021}



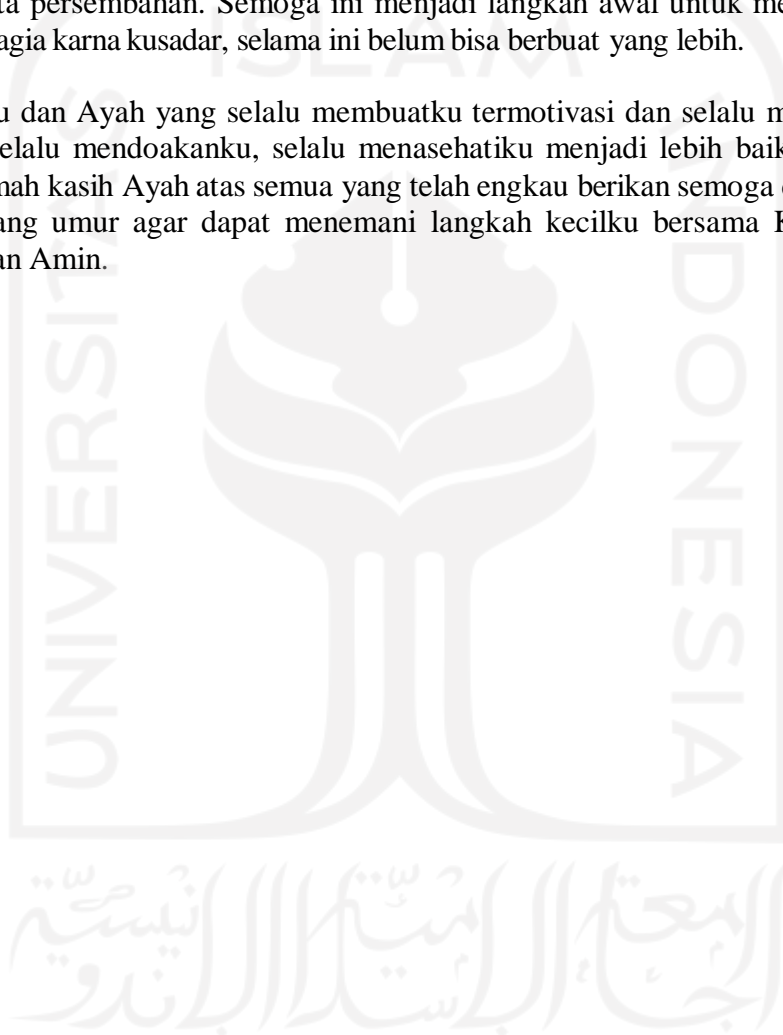
{Siswanto}

## Halaman Persembahan

### “Tesis ini Kusersembahkan Untuk Kedua Orang Tuaku”

Ibunda dan Ayahanda Tercinta Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu dan Ayah yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembur kertas yang bertuliskan kata cinta dalam kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia karna kusadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih.

Untuk Ibu dan Ayah yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku menjadi lebih baik. Terima kasih Ibu..Terimah kasih Ayah atas semua yang telah engkau berikan semoga diberi kesehatan dan panjang umur agar dapat menemani langkah kecilku bersama Kakaku menuju kesuksesan Amin.



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya, sehingga dapat diselesaikan Tesis dengan judul “ **Optimasi Pembuatan Asap Cair Dari Bahan Batok Kelapa Sebagai Pestisida Organik Dengan Menggunakan Metode Taguchi**”.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Magister Teknik Industri, Jurusan Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. terselesaikannya tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

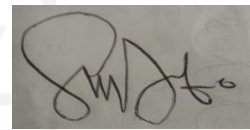
1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia
2. Bapak Winda Nur, ST.,MT.,Ph.D,Ketua Program Studi Pascasarjana Teknik Industri Universitas Islam Indonesia
3. Bapak , Dr. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc, selaku dosen pembimbing satu yang telah berkenan memberikan bimbingan, saran dan waktunya untuk menyelesaikan Tesis ini.
4. Bapak Ir. Ali Parkhan, MT, selaku dosen pembimbing dua yang telah mendukung dan membantu dalam berbagai hal sehingga Tesis ini dapat diselesaikan.
5. Bapak dan Ibu Dosen beserta staf, Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia yang senantiasa mendidik penulis dalam menyelesaikan perkuliahan.
6. Kedua Orang Tua yang telah memberikan curahan kasih sayang dan doa kepada penulis.
7. Kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Tesis ini, sebagai penulis saya sadar bahwa

masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tesis ini, untuk itu penulis dengan senang hati menerima segala kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan dari Tesis ini.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Yogyakarta, 2 Mei 2021

Penulis



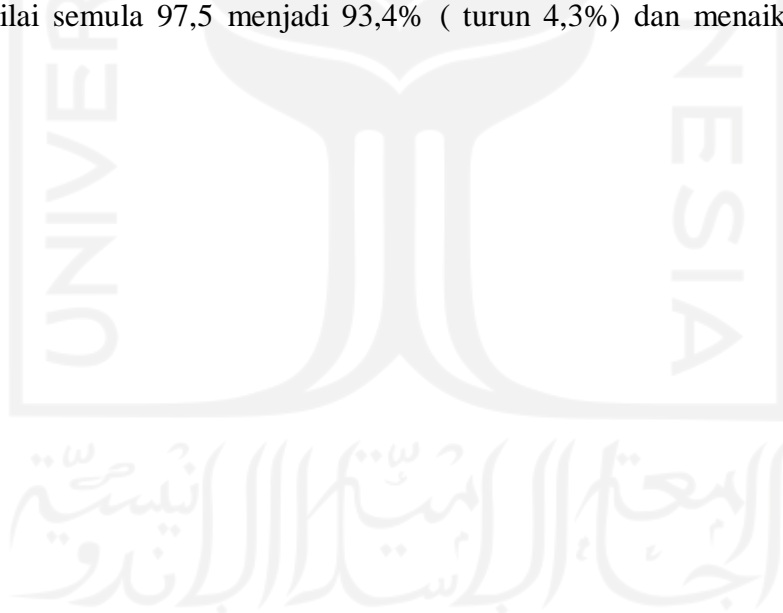
Siswanto





## ABSTRAK

Asap cair batok kelapa merupakan salah satu bahan baku yang dapat digunakan sebagai pestisida organik, senyawa alami fenol ( $C_6H_6O$ ) dan asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) yang terkandung pada asap cair merupakan anti mikroba dan anti septik yang dapat di manfaatkan sebagai pestisida pengendali serangga dan organisme pengganggu pada tanaman. Dalam segi kuantitas dan kualitas, asap cair dapat ditentukan dengan besaran kadar air dan senyawa yang terkandung pada asap cair, Pada penelitian ini biomassa yang digunakan untuk menghasilkan asap cair yang berkualitas sebagai pestisida organik dengan memperhatikan kadar fenol ( $C_6H_6O$ ) dan asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ), dan untuk meningkatkan efisiensi dalam proses pembuatan asap cair. Dari hasil penelitian menggunakan metode taguchi didapatkan proses produksi asap cair batok yang digunakan untuk pestisida yaitu Didapatkan setting kombinasi level faktor optimal MRSN pembuatan produk asap cair didapatkan nilai optimal fenol dan asam asetat yaitu konsentrasi A2 ( suhu pirolisis  $150^{\circ} \leq T \leq 180^{\circ}$  ) B1 ( waktu pirolisis 1 Jam) C2 (suhu kondensasi  $35^{\circ}$ ) dan D3 (lama penjemuran batok 2 hari) dengan nilai MRSN 1,845. Pada proses pengkajian senyawa fenol ( $C_6H_6O$ ) berdasarkan nilai MRSN menghasilkan respon optimum yaitu dengan nilai semula 2,5% menjadi 4,20 (naik 68%) dan menghemat biaya 25% sedangkan pada proses pengkajian senyawa asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) berdasarkan nilai MRSN menghasilkan respon optimum yaitu dengan nilai semula 97,5 menjadi 93,4% ( turun 4,3%) dan menaikan biaya 50%.



## DAFTAR ISI

<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Kajian Induktif .....	4
2.2 Kajian Deduktif .....	8
2.2.1 Asap Cair .....	8
Kandungan Asap Cair Batok Kelapa .....	8
2.2.3 Kualitas Asap Cair .....	8
2.2.4 Pestisida Organik .....	8
A. Keunggulan Biopestisida .....	9
B. Cara Kerja Biopestisida .....	9
Metode Taguchi .....	10
A. Tahap Perencanaan Konsep .....	10
B. Tahap Perencanaan Parameter .....	11
C. Tahap Perencanaan Toleransi.....	11
Ratio Signal Terhadap Noise (S/N Ratio) .....	11
Faktor Terkendali Dan Faktor Noise.....	11
Perancangan Eksperimen Taguchi .....	12
Penentuan Dan Pemilihan Orthogonal Array.....	13
Taguchi Multirespon MRSN .....	14
Uji Persyaratan Analisis Data.....	15
Analisis Variansi (ANOVA) .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
Obyek dan Subyek Penelitian.....	19
Obyek Penelitian.....	19
3.1.1. Subyek Penelitian.....	19
Ruang Lingkup Penelitian.....	19
Populasi dan Sampel .....	19
Variabel.....	20
Variabel Bebas .....	20
3.4.2 Variabel Respon.....	20
Fungsi Obyektif .....	20
3.6. Faktor Dan Level .....	21
3.7. Prosedur Penelitian.....	22
Tahap Persiapan.....	22
Tahap Eksperimen .....	22
Prosedur Pengumpulan Data .....	23
Alur Penelitian .....	25

Uji Persyaratan Analisis Data.....	25
Uji Normalitas.....	25
Uji Homogenitas Variansi .....	26
Tahap Analisis .....	27
Analisis Variansi.....	27
<i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i> .....	27
Perhitungan Efek dari Rata-Rata Faktor dan Efek Rata-Rata SNR Tiap Faktor.....	28
Menentukan <i>Multi Respon Signal to Noise (MRSN) Ratio</i> ..	29
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Persiapan Penelitian .....	31
Pengumpulan Data .....	31
Faktor Kendali Dan <i>Noise</i> .....	31
Penentuan <i>OrtogonalArray</i> .....	31
4.2.3. Data Hasil Percobaan .....	32
Analisis Data .....	33
Perhitungan Normalitas Data.....	33
Perhitungan Homogenitas Variansi .....	34
Perhitungan Analisis Variansi ( ANOVA ) .....	36
Perhitungan <i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i> .....	39
Perhitungan <i>Multi Respond Signal to Noise Ratio</i> .....	41
<b>BAB VPEMBAHASAN .....</b>	<b>46</b>
Analisis Kombinasi Level Faktor Proses Asap Cair .....	46
Hasil Penyulingan Asap Cair Batok Kelapa .....	47
Analisis validasi perbaikan kualitas produk .....	47
<b>BAB VI PENUTUP.....</b>	<b>49</b>
6.1 Kesimpulan .....	49
6.2. Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Asap cair merupakan hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung yang banyak mengandung lignin, selulosa, serta senyawa karbon lainnya. Asap cair berasal dari bahan alami seperti kayu, serai, biji mente, batok kelapa, dan lain sebagainya. umumnya senyawa-senyawa yang terkandung dalam asap cair diantaranya fenol ( $C_6H_6O$ ), karbonil ( $C=O$ ), asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ), furan ( $C_4H_4O$ ), alkohol, dan ester ( $R-COOH$ ) yang memiliki efek antimikroba, anti bakteri, dan antioksidan. Asap cair banyak digunakan pada industri makanan, kesehatan, insektisida, dan pestisida tanaman.

Kualitas asap cair terdiri dari sifat asap cair secara fisik maupun kimia. Sifat fisik yang diamati yaitu bobot jenis kadar air yang terkandung pada asap cair, sedangkan sifat kimia yang diamati meliputi PH, kadar asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ), dan kadar fenol ( $C_6H_6O$ ). Kualitas asap cair dipengaruhi oleh kondisi proses produksinya, diantaranya bahan pengasap, tekanan suhu, dan lama pembakaran Noor *et al.*,(2014).

Perbedaan bahan pengasap, tekanan suhu, dan lama pembakaran menyebabkan perbedaan dari komposisi dan senyawa yang dihasilkan dari proses pembakaran. Proses pembakaran untuk pembuatan asap cair melibatkan berbagai proses reaksi yaitu dekomposisi, oksidasi, polimerisasi, dan kondensasi. Reaksi-reaksi yang terjadi selama pembakaran menghilangkan kadar air dari batok kelapa pada suhu  $120-150^{\circ}C$ , pirolisa hemiselulosa pada suhu  $200-250^{\circ}C$ , pirolisa selulosa pada suhu  $280-320^{\circ}C$  dan pirolisa lignin pada suhu  $400^{\circ}C$  Noor *et al.*,(2014).

Kualitas asap cair yang dihasilkan bervariasi yang disebabkan oleh perbedaan keringnya bahan, pengaruh suhu pirolisis dan lamanya waktu pirolisis. Asap cair pada suhu  $150^{\circ}C$  kandungan fenol ( $C_6H_6O$ ) sangat kecil, hal ini dikarenakan lignin yang terdapat pada batok kelapa belum terurai karena kurangnya panas dan lama pembakaran yang dihasilkan dari pirolisis. Kandungan fenol ( $C_6H_6O$ ) meningkat tajam pada suhu  $300^{\circ}C$  dan  $350^{\circ}C$ , hal ini dikarenakan lignin yang merupakan senyawa pembentuk fenol ( $C_6H_6O$ ) pada asap cair telah terurai lebih optimal.

Kandungan fenol ( $C_6H_6O$ ) terbesar terdapat pada asap cair hasil pirolisis pada temperatur  $350^{\circ}C$  dengan waktu pirolisis 10 menit, yaitu sebesar 2,4 mg/ml Akbar *et al.*, (2013).

Asap cair pada suhu distilasi  $100^{\circ}C$  sampai  $125^{\circ}C$  memiliki keasaman yang lebih tinggi karena fraksi asap cair ini mengandung asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) yang memiliki titik didih  $118^{\circ}C$  ataupun asam butanoic yang memiliki titik didih  $122^{\circ}C$ . Parameter optimasi kualitas asap cair yang dihasilkan pada penelitian ini mengacu pada buku pestisida pertanian dan kehutananyang di keluarkan oleh Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia tahun 2016 memberikan izin pada PT. Mastalin Mandiri, dengan nomor izin RI.0104011982561 untuk mengeluarkan jenis pestisida atonik 6,5 L dengan bahan aktif fenol ( $C_6H_6O$ ) sebesar 0,55 % dan untuk target asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) mengacu pada penelitian Oktavia. D. A, *et al.*,(2019) yaitu 9,58% - 59,93%, pada asap cair, senyawa fenol ( $C_6H_6O$ ) dan asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) memiliki peranan paling besar sebagai zat antimikroba, senyawa fenol ( $C_6H_6O$ ) dan asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Senyawa fenol ( $C_6H_6O$ ) dan asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) adalah senyawa alam sebagai antibakteri apabila digunakan dengan konsentrasi tinggi akan bekerja dengan merusak membran sitoplasma secara total .

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi kualitas asap cair dengan memperhatikan kadar fenol ( $C_6H_6O$ ), dan kadar asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) sebagai pestisida Organik menggunakan metode taguchi dengan variabel faktor pengeringan batok kelapa, suhu pirolisis, waktu pirolisis dan suhu air kondensor.

### **Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah faktor yang mempengaruhi kualitas asap cair batok kelapa sebagai pestisida organik menggunakan metode taguchi?
2. Bagaimana optimasi proses pembuatan asap cair batok kelapa yang berkualitas sebagai pestisida organik menggunakan metode taguchi?

3. Bagaimana tingkat efisiensi dalam proses pembuatan asap cair batok kelapa yang berkualitas sebagai pestisida organik menggunakan metode taguchi?

#### **Batasan Masalah**

Parameter kualitas asap cair yang diukur adalah kadar fenol ( $C_6H_6O$ ), kadar asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) sebagai pestisida organik menggunakan metode taguchi.

#### **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi kualitas asap cair batok kelapa sebagai pestisida organik menggunakan metode taguchi.
2. Untuk mengetahui optimasi proses pembuatan asap cair batok kelapa yang berkualitas sebagai pestisida organik menggunakan metode Taguchi.
3. Untuk mengetahui tingkat efisiensi dalam proses pembuatan asap cair batok kelapa yang berkualitas sebagai pestisida organik menggunakan metode Taguchi.

#### **Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kualitas dan kuantitas asap cair batok kelapa sebagai pestisida organik. Faktor yang mempengaruhi kualitas asap cair batok kelapa, optimasi proses pembuatan asap cair batok kelapa yang berkualitas, tingkat efisiensi dalam proses pembuatan asap cair yang berkualitas dengan memperhatikan waktu pengeringan batok kelapa, suhu pirolisis, waktu pirolisis, dan suhu air pada kondensor menggunakan metode taguchi sebagai pestisida organik.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Kajian Induktif

Hasil penelitian terdahulu yang relevan dan dapat dijadikan referensi dalam penelitian ini yaitu penelitian yang di tulis oleh Pohan, (2014) dengan judul pemanfaatan ekstrak tanaman sebagai pestisida alami (biopestisida) dalam pengendalian serangga hama. Hasil penelitian diperoleh data bahwa presentasi kematian hama bervariasi pada dosis 1% dan 5% tergantung peningkatan waktu. Pada ekstrak tanaman *Azadirachta indica*, dosis 1% kematian serangga hama mencapai 37,34% sedangkan dosis 5% kematian serangga hama mencapai 54,4% dalam waktu 7 jam. Pada ekstrak tanaman *Tyhmus satureoides* (Tyhme), dosis 1% kematian serangga hama mencapai 43,47% sedangkan dosis 5% kematian serangga hama mencapai 93,7% dalam waktu 7 jam. Pada ekstrak tanaman *Origanum compactum* (Oregano), dosis 1% kematian serangga mencapai 43,47% dan dosis 5% mencapai 93,7% dalam waktu 5 jam dan meningkat setelah 7 jam menjadi dosis 1% kematian serangga hama mencapai 90,83% Pohan, (2014).

Menurut Tima *et al.*, (2016), dengan judul pemanfaatan biji mente sebagai pestisida menggunakan alat pirolisis sederhana dan hasil di uji dilaboratorium menggunakan GC-MS dengan hasil penelitian komponen senyawa yang terdapat pada asap cair dari kulit biji mete terdiri dari Phenol dan turunannya, Benzenediol dan turunannya, Pyroline, Alpha -D-Lyxofuranoside, Heptine dan Pyran.

Bahwa rasio antara pelarut dan air yang dapat digunakan sebagai salah satu bahan baku pembuatan pestisida terdapat pada rasio 10:90% dengan kandungan fenol 5,86 %. Dalam buku Pestisida Pertanian dan Kehutanan yang di keluarkan oleh Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia tahun 2016 memberikan izin kepada PT. Mastalin Mandiri, dengan nomor izin RI.0104011982561.

Menurut penelitian Nugroho dan Aisyah, (2013), hasil penelitian dengan judul pengaruh pemberian asap cair dari limbah tempurung kelapa sebagai pencegah hama

pada tanaman cabai besar (*Capsicum annum* L.). Hasil penelitian diperoleh data konsentrasi yang paling efektif dilihat dari tingkat serangan hama adalah 1:10 dan 1:15 dengan frekuensi serangan 0% dibandingkan.

Menurut Angraini dan Yuningsih, (2017), dengan judul optimalisasi penggunaan asap cair dari tempurung kelapa kelapa sebagai pengawet alami pada ikan segar. Dengan metode rendemen hasil penelitian diperoleh asap cair dari tempurung kelapa yang mengalami proses penjemuran selama 3 hari memiliki daya simpan lebih lama (2 hari) pada suhu kamar dari pada ikan dengan penjemuran tempurung selama 2 hari maupun 1 hari.

Adapun hasil penelitian terdahulu bisa dilihat pada tabel 2.1





**Tabel 2.1 hasil penelitian terdahulu**

No	Nama Penulis	Judul	Metode	Variabel
1	Hayati (2018)	Optimasi kondisi pirolisis dan pengeringan pada proksimat arang tempurung	Taguchi	Uji kadar air, ujin kadar abu, uji kadar zat mudah menguap, dan uji karbon terkait.
2	Tima <i>et al.</i> , (2016)	Pemanfaatan asap cair kulit biji mente sebagai pestisida	Pirolisis sederhana dan uji GC-MS	Phenol dan turunanya dan analisis rasio konsentrasi terhadap air.
3	Nugroho dan Aisyah (2013)	Efektifitas asap cair dari limbah tempurung kelapa sebagai biopestisida benih digudang penyimpanan	Rancangan percobaan	Perlakuan asap cair dengan konsentrasi 0,5%, 1%, dan 2%, berpengaruh terhadap penurunan tingkat serangan patogen tular benih pada benih jagung dan kedelai selama 72hari disimpan di gudang. Pengaruh terbaik terjadi pada konsentrasi 0,5%. Perlakuan asap cair dengan konsentrasi 1% dan 2% tidak dianjurkan
4	Haji (2013)	Komponen kimia asap cair hasil pirolisis limbah padat kelapa sawit	Proses piroliss	hasil pirolisis cangkang kelapa sawit sebanyak 27 senyawa, dari tandan kosong sebanyak 13 senyawa dan janjang sebanyak 11 senyawa. Komponen kimia yang diperoleh pada cangkang, tandan kosong, maupun janjang dengan konsentrasi lebih tinggi ialah asam asetat dan fenol
5	Anggraini dan Yuningsih (2017)	Optimizing the use of liquid smoke from coconut shell as a natural preservative is fresh fish	Metode standar LTP, Rendemen	Temperatur Pirolisis dan Lama waktu perendaman ikan
6	Pugersariet <i>al.</i> , (2013)	EksperimenPengembangan Produk Fungsional Bernilai Komersial Berbahan Baku Tempurung Kelapa Berusia Muda dengan Teknik Pelunakan	risetenik wawancara, memperoleh material, observasi lapangan dan studi banding, temat tempat usaha kerajinan tempurung kelapa	1. Kemudahan untuk dikenali sebagai tempurung kelapa secara visual 2. Kealamian produk 3. Keunikan produk 4. Ketahanan produk 5. Kesederhanaa n produk 6. Kekinian produk 7. Ketertarikan terhadap produk

				8. Potensi pengembangan produk ww9. Nilai produk
7	Jayanudin dan Suhendi ((2012)	Identifikasi komponen kimia asap cair tempurung kelapa dari wilayah anyer banten	Proses pirolisis dan analisa GC-MS	pada suhu 500oC pada waktu 4 jam dengan ukuran partikel tempurung kelapa sebesar 1,6 – 4 mm yaitu sebesar 37,36%. Komponen kimia terbesar adalah asam asetat sebesar 46.56%, senyawa fenol yang dihasilkan sebesar 12.93%.
8	Kilinc dan Cakli (2012)	Growth of <i>Listeria monocytogenes</i> as Affected by Thermal Treatments of Rainbow Trout Fillets Prepared with Liquid Smoke	Metode statistik SPSS	Waktu paparan sangat penting untuk mengendalikan pertumbuhan <i>L. monocytogenes</i> . Diclupkan ke dalam penyedap asap cair selama 30 menit. adalah yang paling efektif melawan <i>L. monocytogenes</i>
9	Adnyana <i>et al.</i> , (2012)	Efektifitas pestisida minyak astiri tanaman tropis terhadap mortalitas ulat bulu gempinis	Rancangan acak lengkap	Minyak serah membunuh ulat gempinis paling tinggi 98% dengan konsentrasi 1%
10	Karseno <i>et al.</i> , (2001)	Daya hambat asap cair kayu karet terhadap bakteri pengkontaminan lateks dan ribbed smoke sheet	Proses pirolisis kayu karet	1. Asap cair kayu karet dapat menghambat pertumbuhan bakteri kontaminan lateks 2. Komponen fenol dan komponen asam yang teridentifikasi dalam asap cair kayu karet berperan sebagai anti bakteri
11	Ishak Isa <i>et al.</i> ,(2019)	Pemanfaatan Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Pestisida Organik Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (Spodoptera Litura F.)	Metode Titrasi Uji kandungan Asap cair batok kelapa	Efek mortalitas yang terjadi diduga disebabkan oleh kandungan dari senyawa yang terdapat pada asap cair yang dapat berfungsi sebagai antimakan, dan racun.

## **Kajian deduktif**

### **Asap cair**

Menurut Noor *et al.*, (2014) asap cair merupakan hasil kondensasi asap melalui proses pirolisis pada suhu sekitar 300 sampai 500<sup>0</sup>C, asap cair mengandung berbagai komponen kimia seperti fenol, aldehid, keton, asam organik, alkohol dan ester Guillen *et al.*, (2001), senyawa fenol, asam dan alkohol dapat berperan sebagai antioksidan dan antimikroba (antibakteri dan antifungi) Karseno *et al.*, (2001). Dengan demikian asap cair berpotensi sebagai biopestisida yang menangani masalah gangguan patogen hama Arinto dan Imas, (2013).

Menurut Kilinc dan Cakh, (2012), menyatakan bahwa asap cair saat ini mulai populer digunakan sebagai bahan pengawet untuk berbagai produk pangan dan biopestisida untuk meningkatkan produksi pertanian. Selanjutnya, asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis janjang dan tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan pengawet, insektisida, dan obat-obatan yang memberi manfaat cukup besar bagi kehidupan manusia. Kandungan asap cair hasil pirolisis sampah organik terdapat senyawa  $\gamma$ -butirolakton yang memiliki aktivitas *antifeedant* terhadap larva *Spodoptera litura*. Cuka kayu merupakan produk multi manfaat karena dapat berfungsi sebagai penyubur tanaman, hormon dan pupuk, pengendali organisme perusak tanaman dan berfungsi sebagai antiseptik Nurhayati *et al.*, (2003).

### **Kandungan Asap Cair Batok Kelapa**

Menurut Noor *et al.*, (2014) dari hasil analisis dengan menggunakan GC-MS, senyawa dominan yang menyusun asap cair kotor terdiri dari senyawa fenol, 2-methoxy fenol, 2,6-dimethoxy fenol, 1,2-benzenediol, 4 methyl catechol, dan 3-methoxy-1,2-benzenediol.

### **Kualitas Asap Cair**

Menurut Noor *et al.*, (2014) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu distilasi, kualitas asap cair (kadar fenol dan kadar asam, pH) yang dihasilkan akan semakin tinggi, namun kuantitas asap cair yang dihasilkan akan semakin rendah. Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa kadar asam dan kadar fenol pada asap cair yang tertinggi didapatkan pada fraksi asap cair dengan suhu distilasi 300 °C sampai 500 °C dengan sampel berupa tempurung kelapa.

### **2.2.4. Pestisida Organik**

Menurut Kementerian Pertanian, (2011), pestisida organik adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tanaman atau tumbuhan dan bahan organik lainnya yang berkhasiat mengendalikan serangan hama pada tanaman. Pestisida ini tidak meninggalkan residu yang berbahaya pada tanaman maupun lingkungan serta dapat di buat dengan mudah menggunakan bahan yang murah dan peralatan yang sederhana.

## A. Keunggulan Biopestisida

Beberapa keunggulan penggunaan pestisida nabati secara khusus dibandingkan dengan pestisida konvensional Menurut Soenandar dalam Suanto *et al.*, (2018) adalah sebagai berikut :

1. Mempunyai sifat cara kerja (*mode of action*) yang unik, yaitu tidak meracuni (non toksik).
2. Mudah terurai di alam sehingga tidak mencemari lingkungan serta relatif aman bagi manusia dan hewan peliharaan karena residunya mudah hilang.
3. Penggunaannya dalam jumlah (dosis) yang kecil atau rendah.
4. Mudah diperoleh di alam, contohnya di Indonesia sangat banyak jenis tumbuhan penghasil pestisida nabati.
5. Cara pembuatannya relatif mudah dan secara sosial-ekonomi penggunaannya menguntungkan bagi petani kecil di negara-negara berkembang.

## B. Cara Kerja Biopestisida

Beberapa cara kerja biopestisida menurut Soenandar dalam Suanto *et al.*, (2018), antara lain dapat merusak perkembangan telur, larva, dan pupa, menghambat pergantian kulit, mengganggu komunikasi serangga, menyebabkan serangga menolak makan, menghambat reproduksi serangga betina, mengurangi nafsu makan, memblokir kemampuan makan serangga, mengusir serangga, dan menghambat perkembangan patogen penyakit. Cara kerja biopestisida dalam membasmi hama serangga (Insektisida) terdapat dua mekanisme, yaitu dengan meracuni makanannya (tumbuhan) dan dengan langsung meracuni serangga tersebut.

Menurut Tima dan Ifa, (2016), Dalam buku Pestisida Pertanian dan Kehutananyang di keluarkan oleh Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia Tahun 2016 memberikan izin pada PT. Mastalin Mandiri, dengan nomor izin RI.0104011982561 untuk mengeluarkan jenis pestisida Atonik 6,5 L dengan bahan aktif fenol sebesar 0,55 % yang digunakan pada tanaman sebagai berikut :

Tabel 2.1 Penggunaan Pestisida Atonik 6,5 L pada Tanaman

No	Nama Tanaman	Kegunaan
1	Bawang Merah	Untuk mengendalikan penyakit bercak ungu <i>Altemaria Porri</i>
2	Cabai Merah	Untuk mengendalikan peenyakit bercak daun <i>Cercospora capsici</i> , penyakit <i>Antraknosa Colletotrichum spp.</i> dan mampu meningkatkan jumlah dan bobot buah
3	Kentang	Untuk mengendalikan penyakit bercak kering <i>alternaria solani</i> , dan meningkatkan jumlah dan bobot umbi
4	Padi	Untuk mengendalikan penyakit hawar <i>upih rhizoctonia solani</i> , dan meningkatkan jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah/malai, bobot 1000 butir, hasil tanaman dan hasil umbinan
5	Tomat	Untuk mengendalikan penyakit hawar daun <i>phytophthora infestans</i> , dan meningkatkan jumlah bobot buah .

## Metode Taguchi

Metode Taguchi diperkenalkan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1940 yang merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dapat menekan biaya dan bahan baku seminimal mungkin Belavendram dalam Hayati, (2018), sasaran metode Taguchi adalah peningkatan kualitas produk dengan mencari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas, kemudian memisahkannya kedalam faktor kendali dan faktor tidak terkendali (*noise*). Masing-masing dibagi berdasarkan level kemudian dipilih *orthogonal array* berdasarkan jumlah faktor dan level yang dipilih. Hasil eksperimen dianalisis dengan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan ANOVA untuk menentukan faktor-faktor dan level faktor yang paling signifikan berpengaruh pada kualitas produk.

Metode ini merupakan metodologi dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dalam dapat menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin. Sasaran metode Taguchi adalah menjadikan produk *robust* terhadap *noise*, karena itu sering disebut sebagai *Robust Design*. Filosofi Taguchi terhadap kualitas terdiri dari tiga buah konsep, yaitu Pundir *et al.*, (2018):

- a. Kualitas harus didisain ke dalam produk dan bukan sekedar memeriksanya.
- b. Kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target.
- c. Produk harus didisain sehingga *robust* terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
- d. Biaya kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standar tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

Metode Taguchi merupakan *off-line quality control* artinya pengendalian kualitas yang preventif, sebagai disain produk atau proses sebelum sampai pada produksi di tingkat *shop floor*. *Off-line quality control* dilakukan dilakukan pada saat awal dalam *life cycle product* yaitu perbaikan pada awal untuk menghasilkan produk (*to get right first time*). Pengendalian kualitas secara *off-line* dibagi menjadi tiga tahap:

### A. Tahap Perancangan Konsep

Tahap ini berhubungan dengan pemunculkan ide dalam kegiatan perancangan dan pengembangan produk, dimana ide tersebut dari keinginan konsumen. Model atau metode yang digunakan pada tahap ini antara lain *Quality Function Deployment, Design of Experiments, Dynamic Signal-to-Noise Optimization, Competitive Technology Assessment, Theory of Inventive Problem Solving, dan Pugh Concept Selection Process*.

## B. Tahap Perancangan Parameter

Tahap ini berfungsi untuk mengoptimalkan level dari faktor pengendali terhadap efek yang ditimbulkan oleh faktor lain sehingga produk yang ditimbulkan dapat tangguh terhadap *noise*, untuk itu perancangan parameter sering disebut sebagai *Robust Design*. Model atau metode yang digunakan dalam tahap ini antara lain *Engineering Analysis, Dynamic and Static Signal-to Noise Optimization, The System P-Diagram, dan Crossed Array Experiment, Robust Design*. Model atau metode yang digunakan dalam tahap ini antara lain *Engineering Analysis, Dynamic and Static Signal-to-Noise Optimization, The System P-Diagram, dan Crossed Array Experiment*.

## C. Tahap Perancangan Toleransi

Merupakan tahap terakhir dimana dibuat *matrik orthogonal, loss function*, dan ANOVA untuk menyeimbangkan biaya dan kualitas dari suatu produk. Model atau metode yang digunakan pada tahap ini antara lain *Quality Loss Function, Analysis of Variance (ANOVA)*, dan *Design of Experiments*.

### Ratio Signal Terhadap Noise (S/N Ratio)

S/N Ratio adalah logaritma dari suatu fungsi kerugian kuadratik dan digunakan untuk mengevaluasi kualitas suatu produk. Ada beberapa jenis S/N Ratio, yaitu :

#### 1. *Smaller-The-Better* (STB)

Karakteristik kualitas dimana semakin tinggi nilainya, maka kualitas semakin baik. Meskipun demikian, dalam penentuan level faktor optimal tetap dipilih nilai S/N Ratio yang terbesar (Belavendram, 1995).

#### 2. *Larger-the-Better* (LTB)

Karakteristik kualitas dimana semakin besar nilainya maka kualitas semakin baik.

#### 3. *Nominal The Best* (NTB)

Karakteristik kualitas dimana di tetapkan suatu nilai nominal tertentu, jika nilainya semakin mendekati nilai nominal tertentu tersebut maka kualitasnya semakin baik.

### Faktor Terkendali Dan Faktor Noise

Taguchi mengembangkan faktor perancangan dan pengembangan produk atau proses kedalam dua kelompok yaitu faktor terkendali dan faktor noise. Faktor terkendali adalah faktor yang ditetapkan atau dapat dikendalikan oleh produsen selama tahap perancangan produk atau proses yang tidak dapat diubah oleh konsumen. Sedangkan faktor noise adalah faktor yang tidak dapat dikendalikan langsung oleh produsen. Faktor noise dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

#### a. Faktor Noise Eksternal

Diartikan sebagai sumber-sumber variabilitas yang berasal dari luar produk.

b. Faktor Noise dari Unit ke Unit

Merupakan dari hasil produksi dimana selalu ada perbedaan dari setiap item yang sejenis yang telah diproduksi. Disebut juga sebagai variasi toleransi.

c. Faktor Noise Deteriorasi

Disebut Juga noise internal karena ini berasal dari sesuatu (internal) yang berubah dari proses atau degradasi dari komponen mesin yang memasuki over time.

Dalam perancangan eksperimen Taguchi penanganan faktor noise melalui tiga cara yaitu :

1. Dengan melakukan pengulangan terhadap masing-masing percobaan.
2. Dengan memasukkan faktor noise tersebut ke dalam percobaan dengan menempatkannya diluar faktor terkendali.
3. Dengan menganggap faktor kendali bervariasi.

### **Perancangan Eksperimen Taguchi**

Perancangan eksperimen merupakan evaluasi secara serentak terhadap dua atau lebih faktor (parameter) terhadap kemampuan mempengaruhi rata-rata atau variabilitas hasil gabungan dari karakteristik produk atau proses tertentu (Glen S.P, 1993).

Ada beberapa langkah yang diusulkan Taguchi untuk melakukan eksperimen secara sistematis, yaitu :

- a. Menyatakan permasalahan yang akan di pecahkan
- b. Menentukan tujuan penelitian
- c. Menentukan metode pengukuran
- d. Identifikasi faktor
- e. Memisahkan faktor kontrol dan faktor noise
- f. Menentukan level setiap faktor dan nilai faktor
- g. Mengidentifikasi faktor yang mungkin berinteraksi
- h. Menggambar linear graph untuk faktor control dan interaksi
- i. Memilih orthogonal array
- j. Memasukkan faktor atau interaksi kedalam kolom
- k. Melakukan eksperimen
- l. Analisa hasil eksperimen
- m. Interpretasi hasil
- n. Pemilihan level faktor untuk kondisi optimal
- o. Perkiraan rata-rata proses pada kondisi optimal
- p. Menjalankan eksperimen konfirmasi

## Penentuan Dan Pemilihan Orthogonal Array

### 1. Derajat Bebas Atau *Degree Of Freedom*

Derajat bebas merupakan banyaknya perbandingan yang harus dilakukan antara level-level faktor (efek utama) atau interaksi yang digunakan untuk menentukan jumlah percobaan minimum yang dilakukan. Perhitungan derajat bebas dilakukan agar diperoleh suatu pemahaman mengenai hubungan antara suatu faktor dengan level yang berbeda-beda terhadap karakteristik kualitas yang dihasilkan. Perbandingan ini sendiri akan memberikan informasi tentang faktor dan level yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap karakteristik kualitas. Untuk menentukan orthogonal array yang diperlukan maka dibutuhkan perhitungan derajat kebebasan adalah sebagai berikut :

$$V_A = (\text{jumlah level faktor A}) - 1 = k_A - 1$$

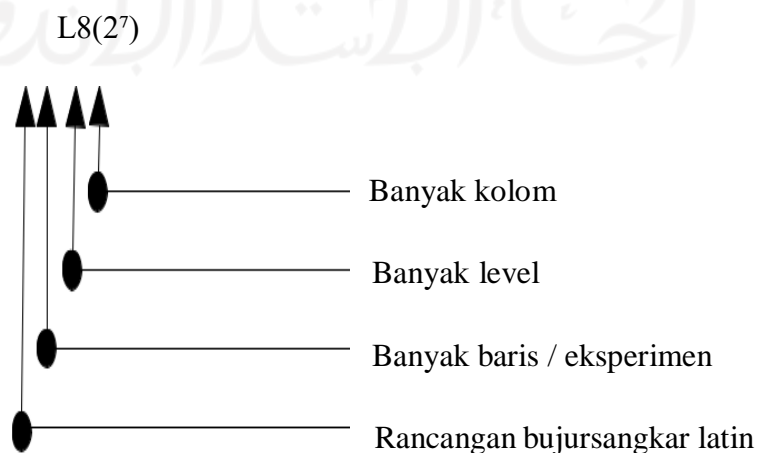
$$V_B = (\text{jumlah level faktor B}) - 1 = k_B - 1$$

untuk interaksi, misal interaksi A dan B

$$V_{A \times B} = (k_A - 1)(k_B - 1) \text{ nilai derajat bebas total} = (k_A - 1) + (k_B - 1) + (k_A - 1)(k_B - 1)$$

### 2. Orthogonal Array

Matrik orthogonal terdiri dari kolom-kolom orthogonal. Yaitu untuk setiap pasang kolom, semua kondisi performansi muncul dalam jumlah yang sama. Dalam matrik orthogonal, kolom menyatakan faktor-faktor yang dipelajari, baris mewakili eksperimen individual, jumlah baris menyatakan banyaknya eksperimen yang harus dilakukan, dimana jumlah baris minimal sama dengan *degree of freedom* dan isi dari matrik orthogonal menyatakan level atau taraf dari faktor-faktor yang dipelajari.



Gambar 1. Notasi Orthogonal Array



1. Notasi L

Notasi L Menyampaikan informasi mengenai orthogonal array.

2. Nomer baris

Menyatakan jumlah percobaan yang dibutuhkan ketika menggunakan orthogonal array.

3. Nomer level

Menyatakan jumlah level faktor .

4. Nomer kolom

Menyatakan jumlah faktor yang diamati dalam orthogonal array.

Pemilihan matrik orthogonal yang dipakai bergantung pada derajat bebas yang dipelajari, level faktor yang dipelajari, resolusi dan biaya (Belavendram, 1995). Dalam memilih orthogonal array yang sesuai untuk suatu eksperimen tertentu di isyaratkan agar  $\geq$  dengan  $\geq$  : derajat bebas level faktor. Derajat bebas array orthogonal ( ) selalu kurang satu dari banyaknya eksperimen.

**Tabel 2.2. Orthogonal Array Standar**

2 level	3 level	4 level	5 level	Level gabungan
L4(2 <sup>3</sup> )	L9(3 <sup>4</sup> )	L16(4 <sup>5</sup> )	L25(5 <sup>6</sup> )	L18(2 <sup>1</sup> x3 <sup>7</sup> )
L8(2 <sup>7</sup> )	L27(3 <sup>13</sup> )	L64(4 <sup>21</sup> )		L12(2 <sup>1</sup> x4 <sup>9</sup> )
L12(2 <sup>11</sup> )	L81(2 <sup>40</sup> )			L36(2 <sup>11</sup> x3 <sup>12</sup> )
L16(2 <sup>15</sup> )				L36(2 <sup>3</sup> x3 <sup>13</sup> )
L32(2 <sup>31</sup> )				L54(2 <sup>1</sup> x3 <sup>25</sup> )
L64(2 <sup>63</sup> )				L50(2 <sup>1</sup> x5 <sup>11</sup> )

**Taguchi Multirespon MRSN (Multi Respon Signal To Noise)**

Taguchi dibedakan menjadi dua yaitu *taguchi single respon* dan *taguchi multi respon*. *Taguchi single respon* hanya mempunyai satu variabel respon sehingga langsung didapatkan kombinasi optimal dari variabel respon tersebut. *Taguchi multi respon* mempunyai lebih dari satu variabel respon (minimal dua variabel respon), dan masing-masing variabel respon mempunyai kombinasi faktor yang berbeda sehingga diperlukan penanganan lebih lanjut untuk mendapatkan kombinasi faktor yang optimal untuk meningkatkan kualitas masing-masing variabel respon.

Lee ing tong dan Cao ton su (1997) mengusulkan dua metode penyelesaian problem multirespon, yaitu metode MRSN (*Multi ResponSignal To Noise*) dan TOPSIS (*Technique For Order Preference By Similarity To Idealn Solution*) untuk menentukan kondisi optimal padatahapan desainparameter.

Langkah-langkah yang sistematis dalam melakukan eksperimen multi respon dengan menggunakan MRSN terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

1. Menghitung quality loss untuk setiap trial untuk karakteristik kualitas
  - a. *Large the better*
  - b. *Nominal The Best*
  - c. *Smaller The Best*
2. Menentukan multi respon signal to noise (MRSN) ratio.
  - a. Menentukan *quality loss* maksimum untuk tiap respon.
  - b. Normalisasi *quality loss* tiap eksperimen.
3. Menentukan kombinasi level faktor yang optimal berdasarkan nilai MRSN terbesar.  
Tahapannya:
  - a. Membuat tabel respon dan grafik respon dari MRSN.
  - b. Menentukan faktor kontrol yang memiliki efek yang signifikan terhadap MRSN.
  - c. Menentukan level optimal dari faktor kontrol berdasarkan nilai MRSN terbesar.
4. Melakukan eksperimen konfrimasi.  
Hasil eksperimen konfirmasi menentukan apakah level faktor optimal yang di proleh bisa diperluas pada skala industri.

## **Uji Persyaratan Analisis Data**

### **1. Uji Normalitas**

Data klasifikasi kontinyu, data kuantitatif yang termasuk dalam pengukuran data skala interval atau ratio, untuk dapat dilakukan uji statistik parametrik dipersyaratkan berdistribusi normal, pembuktian data distribusi normal tersebut perlu dilakukan uji normalitas terhadap data. Uji normalitas berguna untuk membuktikan data dari sampel yang dimiliki berasal dari populasi berdistribusi normal atau data populasi yang berdistribusi normal. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk membuktikan suatu data berdistribusi normal atau tidak.

Metode klasik dalam pengujian normalitas suatu data tidak begitu rumit. Berdasarkan pengalaman empiris beberapa pakar statistik, data yang banyak

lebih dari 30 angka ( $n > 30$ ), maka sudah dapat diasumsikan berdistribusi normal. Biasanya dikatakan sebagai sampel besar. Namun untuk memberikan kepastian, data yang dimiliki berdistribusi normal atau tidak, sebaiknya digunakan uji statistik normalitas. Karena belum tentu data yang lebih dari 30 bisa dipastikan berdistribusi normal, sebaliknya data yang kurang dari 30 belum tentu tidak berdistribusi normal, untuk itu perlu pembuktian normalitas.

menggunakan uji statistik normalitas. Dalam penelitian ini uji normalitas yang digunakan adalah Kolmogorov-Smirnov.

Langkah-langkah Kolmogorov-Smirnov:

a. Menetapkan hipotesis

$H_0$  : data berdistribusi normal

$H_1$  : data tidak berdistribusi normal

b. Menghitung statistik uji

Tentukan  $f(x)$  dari tabel distribusi normal dan  $s(x)$  diperoleh dari frekuensi kumulatif masing-masing  $x_i$  dibagi dengan jumlah data. Kemudian tentukan nilai  $D = \max |f(x) - s(x)|$  tersebar.

c. Menetapkan  $\alpha = 0,05$

Menentukan daerah penolakannya didapatkan dari tabel Kolmogorov smirnov sesuai dengan jumlah data  $n$ .

d. Membuat kesimpulan

Membandingkan antara hasil perhitungan  $D$  dengan  $D_{1-\alpha}$ . Jika  $D < D_{1-\alpha}$  maka  $H_0$  diterima, dalam hal ini  $H_0$  ditolak.

e. Membuat interpretasi dari kesimpulan

Jika  $H_0$  diterima maka data berdistribusi normal, jika  $H_0$  ditolak maka data tidak berdistribusi normal.

## 2. Uji Homogenitas

Apabila data tersebut normal selanjutnya di uji homogenitas. Uji homogenitas pada data hasil penelitian ini menggunakan uji bartlett, karena  $k \geq 2$ .

**Tabel 2.5 Ringkasan Perhitungan Homogenitas Dengan Uji Bartlett**

Sampel	Dk	1/dk	Si <sup>2</sup>	Log Si <sup>2</sup>	(dk) Log Si <sup>2</sup>
1	1 – 1	1/n1-1	S1 <sup>2</sup>	Log Si <sup>2</sup>	(n1-1) log S1 <sup>2</sup>
2	2 – 1	1/n2-1	S2 <sup>2</sup>	Log S2 <sup>2</sup>	(n2-1) log S2 <sup>2</sup>
K	Nk – 1	1/nk-1	Sk <sup>2</sup>	Log Sk <sup>2</sup>	(nk-1) log Sk <sup>2</sup>
<b>Jumlah</b>	$\sum(n-1)$	$\sum (1/nI-1)$	-		$\sum(n1-1) \log S1^2$

### Analisis Variansi (ANOVA)

Anova digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rerata antara kelompok. Hasil akhir dari analisis ANOVA adalah nilai F test atau F hitung. Nilai F Hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel f. Langkah-langkah perhitungan dalam analisis variansi multi faktor adalah sebagai berikut (Mayasari, et al. 2014):

- (1). Menghitung harga-harga Sum of Square (SS) atau jumlah kuadrat (JK)
  - a. *Total Sum of Square* (SS<sub>T</sub>) atau jumlah kuadrat total
  - b. *Sum of Square* atau jumlah kuadrat untuk suatu faktor
  - c. *Sum of Square error* atau jumlah kuadrat kesalahan
- (2). Menghitung *degree of freedom* (df) atau derajat bebas
- (3). Menghitung *mean of square* (MS) dengan rumus :
- (4). Menghitung F ratio suatu faktor
- (5). Menghitung pure of quare (SS') suatu faktor
- (6). Menghitung persen kontribusi (P) faktor A
- (7). Menghitung nilai Signal to Noise Ratio (SNR)
- (8). Menghitung Efek dari tiap faktor

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **Obyek Dan Subyek Penelitian**

##### **Obyek Penelitian**

Obyek penelitian ini berupa hasil senyawa fenol ( $C_6H_6O$ ), dan senyawa asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) yang dihasilkan asap cair batok kelapa dengan cara mengvariasikan keempat faktor utama yaitu waktu pengeringan batok kelapa, suhu pembakaran/pirolisis, waktu pembakaran/ pirolisis, dan suhu air pendingin kondensor masing masing menggunakan tiga level setiap faktor menggunakan alat pirolisis sederhana dan kemudian hasil pirolisis di uji kandungan asap cair di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia menggunakan GC-MS. Dari hasil uji Laboratorium GC-MS kandungan asap cair kemudian identifikasi kualitas asap cair sesuai standar proses pembuatan asap cair sebagai pestisida organik.

##### **Subyek Penelitian**

Subyek penelitian ini adalah jenis batok kelapa hibrida kering yang terdapat di daerah bantul banyak mengandung lignin, selulosa, serta senyawa karbon lainnya dan diproses destilasi untuk menghasilkan asap cair yang digunakan sebagai pestisida organik.

##### **Ruang Lingkup Penelitian**

1. Pemilihan batok kelapa jenis hibrida kemudian dilakukan penjemuran dan ada yang tidak dijemur untuk menganalisis apakah ada pengaruh dalam kualitas asap cair.
2. Proses pembakaran batok kelapa secara tidak langsung menggunakan alat pirolisis dengan menentukan suhu.
3. Pengontrolan waktu proses pembakaran batok kelapa secara tidak langsung menggunakan alat pirolisis.
4. Pengontrolan suhu pendingin/kondensasi.
5. Analisa kandungan asam Asetat ( $C_2H_4O_2$ ) dan fenol ( $C_6H_6O$ ) pada asap cair menggunakan alat GC-MS.

##### **Populasi Dan Sampel**

Populasi dalam penelitian ini adalah senyawa asap cair yang dihasilkan dari batok kelapa diantaranya fenol, karbonil, asam, furan, alkohol, ester dan air.

Sampel penelitian ini adalah senyawa yang dominan pada asap cair yang dihasilkan dari batok kelapa yaitu fenol, dan asam asetat yang merupakan kualitas asap cair batok

kelapa memiliki efek antimikroba, anti bakteri, dan antioksidan sebagai pestisida organik tanaman.

Menurut Noor E., *et al* (2014) kualitas dan kuantitas asap cair yang dihasilkan batok kelapa dipengaruhi suhu destilasi, pada grade 1 asap cair pada suhu 150<sup>0</sup> C sampai 200<sup>0</sup> C memiliki kualitas paling tinggi karna kandungan fenol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O) dan asam asetat ( C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>) paling tinggi dan kuantitas paling rendah yang dibakar pada suhu 100<sup>0</sup> C sampai 210<sup>0</sup> C dan pada grade 4 merupakan kualitas yang paling rendah dengan suhu destilasi 100<sup>0</sup> C karena memiliki kadar fenol paling kecil, walaupun memiliki kualitas rendah asap cair grade 4 memiliki kuantitas yang lebih tinggi disebabkan memiliki komponen air dalam jumlah banyak.

## **Variabel**

### **3.4.1. Variabel Bebas**

Variabel yang menjadi sebab berubahnya variabel terikat/variabel respon Pundir *et al.*,(2018) dalam hal ini variabel bebas yang digunakan antara lain: Waktu pengeringan batok kelapa, suhu pirolisis, waktu pirolisis, dan suhu air pendingin kondensor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas asap cair yang digunakan sebagai pestisida organik.

### **3.4.2 Variabel Respon**

variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas Pundir *et al.*, (2018), variabel merupakan himpunan sejumlah gejala yang dimiliki sejumlah aspek atau unsur didalamnya, yang berfungsi menerima atau menyesuaikan diri dengan kondisi lain. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah senyawa fenol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O), dan kadar asam asetat ( C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>).

Mengacu pada penelitian Ishak Isa, ( 2019) dengan judul; “ pemanfaatan asap cair tempurung kelapa sebagai pestisida organik terhadap mortalitas ulat grayak” konsentrasi senyawa fenol yang digunakan adalah 3,19% memiliki mortalitas ulat grayak sebesar 88,89%.

## **Fungsi Obyektif**

Kualitas asap cair terdiri dari sifat asap cair secara fisik maupun kimia. Sifat fisik yang diamati yaitu bobot jenis kadar air yang terkandung pada asap cair, sedangkan sifat kimia yang diamati meliputi kadar asam asetat ( C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>) dan kadar fenol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O).

### **A. Kadar Asam Asetat ( $C_2H_4O_2$ )**

Kadar asam asetat merupakan salah satu sifat kimia yang menentukan kualitas dari asap cair yang diproduksi. Semakin tinggi konsentrasi keasaman dari asap cair, maka kemampuan untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme dari asap cair tersebut akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Pszczola (1995) Dalam (Oktvia.D.A, *et al*, (2019), bahwa terdapat dua senyawa yang paling penting yang mampu menekan mikroorganisme atau bakterisida/bakteriostatik yaitu fenol dan senyawa asam organik karena gabungan senyawa tersebut mampu untuk menghambat berkembangnya mikroba sehingga dapat dikatakan bahwa keduanya peran yang kuat sebagai antioksidan, untuk target senyawa asam asetat adalah 9,58% - 59,93% atau di atas standar yang ditentukan.

### **B. Kadar Fenol ( $C_6H_6O$ )**

Kadar fenol merupakan salah satu sifat kimia yang menentukan kualitas dari asap cair yang diproduksi. Semakin tinggi konsentrasi fenol (  $C_6H_6O$  ) asap cair, maka kemampuan untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme dari asap cair tersebut akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Pszczola (1995) dalam Oktvia.D.A, *et al*, (2019), bahwa terdapat dua senyawa yang paling penting yang mampu menekan mikroorganisme atau bakterisida/bakteriostatik yaitu fenol (  $C_6H_6O$  ) dan senyawa asam asetat (  $C_2H_4O_2$  ) organik karena gabungan senyawa tersebut mampu untuk menghambat berkembangnya mikroba sehingga dapat dikatakan bahwa keduanya peran yang kuat sebagai antioksidan, untuk target senyawa fenol (  $C_6H_6O$  ) adalah 0,55 % - 2,9% atau di atas target yang ditentukan.

### **Faktor Dan Level**

Pada penelitian ini terdiri dari 5 faktor utama dan 4 level,

1. Faktor pertama yaitu proses pembakaran/pirolisa mempengaruhi terbentuknya asap cair secara kualitas dan kuantitas, pembakaran batok kelapa pada suhu  $100^{\circ}C$  dan dibawah  $100^{\circ}C$  kuantitas asap cair sangat baik karna banyak mengandung air, tetapi dalam segi kualitas kurang baik karena senyawa alami belum terbentuk dan air mempengaruhi senyawa alami tersebut.
2. Faktor kedua yaitu waktu pirolisis 1 jam ,3 jam, dan 5 jam.  
Pada proses pembakaran/pirolisis batok dengan kapasitas 30kg, 50kg dan 100kg batok mempunyai waktu berbeda agar proses pembakaran terurai atau terbakar semua sesuai suhu yang diinginkan /tercapai.
3. Faktor ketiga yaitu suhu air pendingin atau kondensasi

Pendingin atau kondensasi merupakan proses mengubah dari asap ke cair dengan suhu tertentu, pada kondensasi yang tinggi diatas 40<sup>0</sup> tidak akan terbentuk asap cair disebabkan panas dan sebaliknya apabila pendingin suhunya dingin akan cepat terbentuk asap cair.

4. Faktor keempat yaitu waktu pengeringan atau penjemuran bahan batok kelapa bahan batok kelapa yang digunakan mempunyai kekeringan berbeda beda maka dari itu kadar air yang terkandung berbeda, kadar air mempengaruhi kualitas senyawa alami yang terkandung pada asap cair dan mempengaruhi waktu pembakaran sehingganya perlu dilakukan penjemuran, menurut Oktavia. D. A, *et al* (2019). pengeringan batok kelapa selama 0 Hari rendemen/bobot jenis asap cair yang dihasilkan adalah 35,8% dan air yang terkandung 8,5% dan 3 hari rendemen/bobot jenis asap cair yang dihasilkan adalah 11,2% dan air yang terkandung 1,96%.

Untuk faktor dan level yang dipilih dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 faktor kendali dan level

A. Pirolisis Batok Kelapa	$100 \leq T \leq 150$	$150 \leq T \leq 180$	$180 \leq T \leq 210$
B. Waktu pirolisis	1 jam	3 jam	5 jam
C. Suhu Air Kondensasi	30 <sup>0</sup> C	35 <sup>0</sup> C	40 <sup>0</sup> C
D. Penjemuran batok	0 hari	1 hari	2 hari

## Posedur Penelitian

### Tahap Persiapan

Dalam tahap ini dilakukan persiapan bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian bahan yang digunakan meliputi: batok kering jenis hibrida 10kg - 50kg per satu kali eksperimen, sedangkan alat yang digunakan meliputi: alat pirolisis/pembakaran, termometer untuk pengecekan suhu air kondensor dan GC-MS untuk analisis senyawa yang terkandung pada asap cair.

### Tahap Eksperimen

Dalam eksperimen ini digunakan 4 faktor 3 level. Dari jumlah level dan faktor yang ada, dapat ditentukan jumlah kolom untuk matriks orthogonal. Dengan menggunakan analisa *matriks orthogonal array* diperoleh perhitungan untuk menentukan *orthogonal array* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F(\text{jumlah factor}) &= 4 \\
 \text{Runs} &= 18 \\
 \text{Signal/ulangan} &= 2 \\
 \text{Columns of L16 (4}^5\text{)} & \\
 \text{db (level)} &= 3-1 \\
 &= 2 \\
 \text{db (OAW)} &= F \times \text{db(level)} \\
 &= 4 \times 2 = 8 \quad n = \text{db (OA)} + 1 = 9
 \end{aligned}$$



Tabel 3.2 Matriks Standar Orthogonal Array L9

Exp. No	Faktor Kendali				Fenol	
	A	B	C	D	Exp 1	Exp 2
1	$100 \leq T \leq 150$	1	30	0 hari		
2	$100 \leq T \leq 150$	3	35	1 hari		
3	$100 \leq T \leq 150$	5	40	2 hari		
4	$150 \leq T \leq 180$	1	35	2 hari		
5	$150 \leq T \leq 180$	3	40	0 hari		
6	$150 \leq T \leq 180$	5	30	1 hari		
7	$180 \leq T \leq 210$	1	40	1 hari		
8	$180 \leq T \leq 210$	3	30	2 hari		
9	$180 \leq T \leq 210$	5	35	0 hari		

Exp. No	Faktor Kendali				Asam Asetat	
	A	B	C	D	Exp 1	Exp 2
1	$100 \leq T \leq 150$	1	30	0 hari		
2	$100 \leq T \leq 150$	3	35	1 hari		
3	$100 \leq T \leq 150$	5	40	2 hari		
4	$150 \leq T \leq 180$	1	35	2 hari		
5	$150 \leq T \leq 180$	3	40	0 hari		
6	$150 \leq T \leq 180$	5	30	1 hari		
7	$180 \leq T \leq 210$	1	40	1 hari		
8	$180 \leq T \leq 210$	3	30	2 hari		
9	$180 \leq T \leq 210$	5	35	0 hari		

Jumlah baris menunjukkan jumlah percobaan yang dilakukan, *Run* ini direplikasi (diulang percobaannya) sebanyak 2 kali, sehingga total eksperimen yang akan dilakukan adalah 18 eksperimen, untuk karakteristik kualitas dimana semakin besar nilainya maka kualitas semakin baik adalah *Larger The Better* untuk senyawa Fenol ( $C_6H_6O$ ), Asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) dan keasaman (pH), Parameter kualitas mendekati atau sama untuk kadar fenol ( $C_6H_6O$ ) sebesar 0,2-2,9%, untuk asam asetat dan pH adalah kadar asam 9,58% sampai 59,93%.

### Prosedur Pengumpulan data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan eksperimen pada pengujian kadar fenol ( $C_6H_6O$ ) dan asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) menggunakan alat GC-MS dengan memvariasikan kelima faktor utama menggunakan matriks L16 ( $4^5$ ) adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

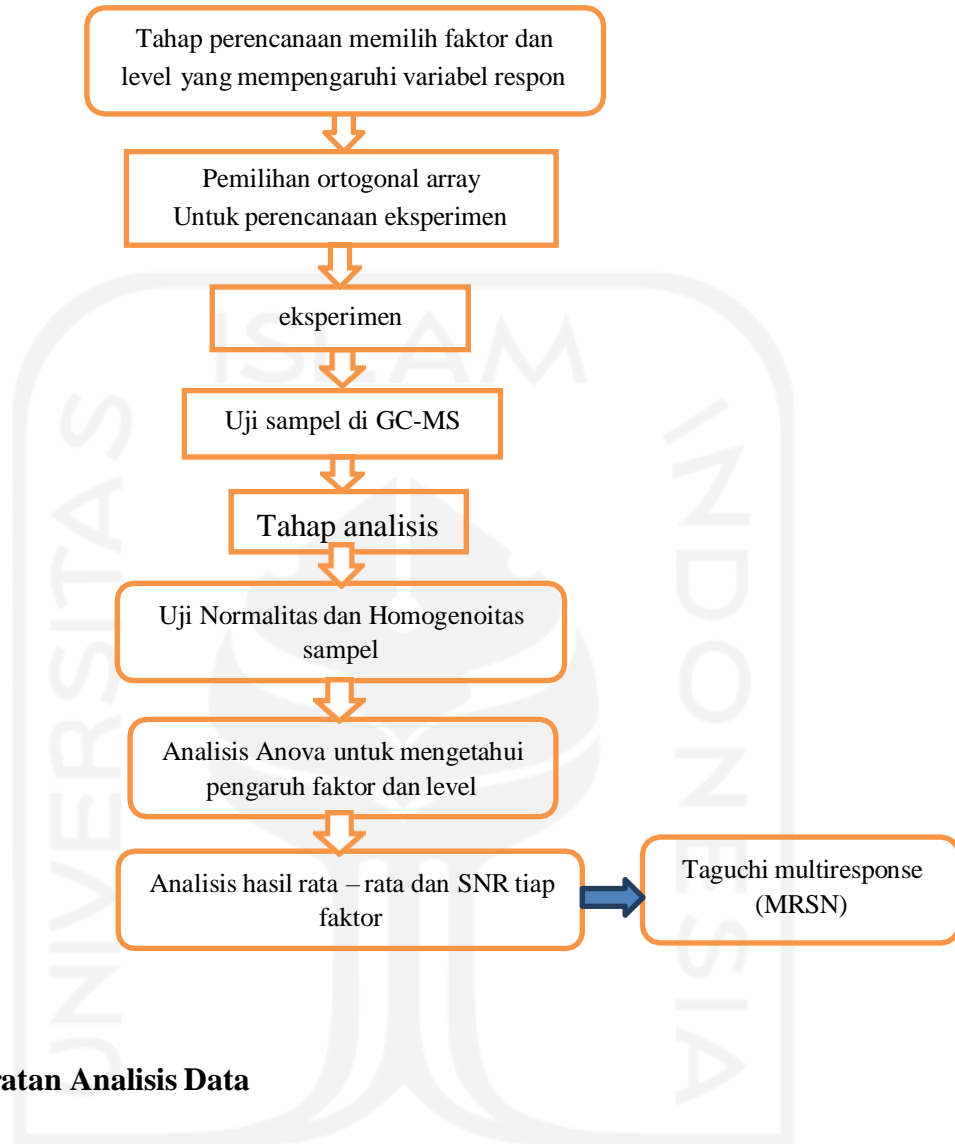
1. Penjemuran batok kelapa jenis hibrida sesuai waktu yang ditentukan untuk mengurangi kadar air pada batok kelapa.

2. Setelah penjemuran batok dimasukan ke alat pirolisis dan dibakar secara tidak langsung kemudian ditentukan suhunya.
3. Selama proses pembakaran suhu air pada kondensor dikontrol agar suhu tidak naik sehingga asap cair tidak memuai.
4. Kemudian asap cair yang terbentuk diendapkan selama 24 jam dan disaring untuk mengurangi kadar tar yang terdapat pada asap cair.
5. Tahapan selanjutnya adalah poroses pemurnian asap cair sesuai suhu yang ditentukan.
6. Analisis hasil asap cair menggunakan alat GC-MS.



## Alur Penelitian

Alur penelitian disajikan pada gambar 3.1



## Uji Persyaratan Analisis Data

### Uji Normalitas

Pada populasi terdistribusi normal asumsi normalitas perlu di cek keberlakuannya agar langkah-langkah selanjutnya dapat dipertanggung jawabkan, untuk pengujian normalitas data harus disusun dalam daftar distribusi frekuensi yang terdiri atas interval, antara frekuensi teramati dengan frekuensi harapan didasarkan pada besaran:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (\text{Rumus 1})$$

Dimana:

$\chi^2$  = sebaran penarikan

$O_i$  = frekuensi teramati

$E_i$  = frekuensi harapan

Bila frekuensi teramati sangat dekat dengan frekuensi harapan, nilai  $\chi^2$  akan kecil menunjukkan adanya kesesuaian yang baik, bila frekuensi teramati cukup besar

dari frekuensi harapanya nilai  $X^2$  akan besar sehingga kesesuaiannya buruk. Kesesuaian yang baik akan membawa penerimaan  $H_0$ , sedangkan kesesuaian yang buruk akan membawa penolakan  $H_0$ , demikian wilayah kritisnya akan jatuh di kanan sebaran kuadratnya. Untuk taraf nyata sebesar  $\alpha$ , nilai kritisnya  $X^2(\alpha)$  (dk) dapat diperoleh pada tabel distribusi khi-kuadrat dengan demikian wilayah kritisnya adalah  $X^2 \geq X^2(\alpha)$  (dk) (Sudjana, 1989).

### Uji Homogenitas Variansi

Untuk menguji kesamaan beberapa buah rata-rata, sebagaimana dalam metode analisis variansi (ANOVA), diasumsikan populasinya mempunyai variansi yang homogen, yaitu  $\alpha_1^2 = \alpha_2^2 = \dots = \alpha_k^2$  sehingga perlu dilakukan pengujian homogenitas (kesamaan) variansi populasi normal.

Dari k ( $k > 2$ ) buah populasi berdistribusi independen dan normal masing-masing dengan variansi

$\alpha_1^2, \alpha_2^2, \dots, \alpha_k^2$ . Akan diuji hipotesis :

$$H_0 : \alpha_1^2 = \alpha_2^2 = \dots = \alpha_k^2$$

$H_1$ : paling sedikit satu tanda sama dengan tidak berlaku

Salah satu cara untuk menguji homogenitas k buah ( $k \geq 2$ ) variansi populasi yang berdistribusi normal adalah dengan uji Bartlett. Misal populasi memiliki masing-masing sampel berukuran  $n_1, n_2, \dots, n_k$  dengan data  $Y_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, n_k$ ) kemudian dari sampel – sampel itu dihitung masing-masing variansinya yaitu  $s_1^2, s_2^2, \dots, s_k^2$ . Nilai statistik hitung uji Bartlett digunakan dengan rumusan *Chi-Square*

$$X^2 = (\ln 10) \{B - \sum(n_i - 1 \log s_i^2)\} \dots \dots \dots (Rumus2)$$

Dimana:

$$\ln 10 = 2,306$$

$$B = (\log s^2) \sum(n_i - 1)$$

$$S^2 = \frac{\sum(n_i-1)s_i^2}{\sum(n_i-1)}$$

Dengan taraf nyata  $\alpha$ , hipotesis  $H_0$  ditolak jika  $x^2_{hitung} \geq x^2_{(1-\alpha)(dk)}$  (dk) dimana  $x^2_{(1-\alpha)(dk)}$  didapat dari tabel Chi-Kuadrat dengan peluang  $(1-\alpha)$  dan  $dk = (k-1)$ . Sebaliknya jika didapat hasil  $x^2_{hitung} \leq x^2$  tabel dengan  $x^2$  tabel =  $x^2_{(1-\alpha)(k-1)}$  maka data homogen (Sudjana, 1992).

## Tahap Analisis

### 3.9.1. Analisis Variasi (ANOVA)

Anova adalah teknik yang digunakan untuk memecahkan total variasi eksperimen kedalam sumber-sumber yang diamati. total variasi dikomposisi dalam komponen komponen pembentuknya berupa factor utama atau interaksi antar faktor, adapun tabel *analysis of variance* ditunjukan pada tabel 3.7.3 berikut

Tabel 3.3 Analysis of Variance

Sumber Variasi	Dk	JK	RJK	F Hit	P Value
Rata-Rata	1	Ry	R		
Faktor A	(a-1)	V <sub>A</sub>	A	SS <sub>A</sub> / V <sub>A</sub>	SS <sub>A</sub> / SS <sub>T</sub>
Faktor B	(b-1)	V <sub>B</sub>	B	SS <sub>B</sub> / V <sub>B</sub>	SS <sub>B</sub> / SS <sub>T</sub>
Faktor C	(c-1)	V <sub>C</sub>	C	SS <sub>C</sub> / V <sub>C</sub>	SS <sub>C</sub> / SS <sub>T</sub>
Faktor D	(d-1)	V <sub>D</sub>	D	SS <sub>D</sub> / V <sub>D</sub>	SS <sub>D</sub> / SS <sub>T</sub>
Faktor E	(e-1)	V <sub>E</sub>	E	SS <sub>E</sub> / V <sub>E</sub>	SS <sub>E</sub> / SS <sub>T</sub>
Error	abcdv(r-1)	V <sub>V</sub>	SS <sub>V</sub>	MS <sub>V</sub>	T
Jumlah	SS <sub>T</sub>	V <sub>T</sub>			100%

Sumber: Douglas Montgomery (1997)

Daerah kritis pengujian optimasi kadar air, kadar asam asetat, dan kadar fenol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O) ditentukan oleh:

1. F tab (a-1), ab(n-1) untuk hipotesis H<sub>01</sub>
2. F tab (b-1), ab(n-1) untuk hipotesis H<sub>02</sub>
3. F tab (c-1), ab(n-1) untuk hipotesis H<sub>03</sub>
4. F tab (d-1), ab(n-1) untuk hipotesis H<sub>04</sub>

#### Signal to Noise Ratio (SNR)

Dalam melakukan analisa hasil, terlebih dahulu dihitung efek rata-rata standar deviasi serta efek dari rata-rata (SNR) dari data percobaan. Untuk mencari nilai rata-rata dari data tersebut menggunakan rumus sebagai berikut

Taguchi memperkenalkan pendekatan SNR untuk meneliti pengaruh faktor *noise* terhadap variasi yang timbul. Jenis SNR tergantung pada karakteristik yang diinginkan yaitu:

#### 1. Smaller the better

Karakteristik kualitas dimana semakin rendah nilainya maka semakin baik adalah kadar air .

Nilai SNR untuk karakteristik ini adalah :

$$\text{SNR} = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \dots\dots\dots (\text{Rumus 3})$$

dengan: n = banyaknya ulangan dalam tiap eksperimen

2. *Larger the better*

Karakteristik kualitas dimana semakin besar nilainya, maka kualitas semakin baik adalah kadar fenol.

Nilai SNR untuk karakteristik ini adalah :

$$\text{SNR} = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \dots\dots\dots (\text{Rumus 4})$$

dengan: n = banyaknya ulangan dalam tiap eksperimen

3. *Nominal the best*

Karakteristik kualitas dimana nilainya ditetapkan pada suatu nilai nominal tertentu, jika nilainya semakin mendekati nilai nominal tertentu maka kualitasnya semakin baik adalah asam asetat dan keasaman (pH) dimana semakin mendekati ukuran nominal atau sama yang ditetapkan maka kualitasnya semakin baik.

Nilai SNR untuk karakteristik ini adalah :

$$\text{SNR} = 10 \log_{10} \left[ \frac{\mu^2}{\sigma^2} \right] \dots\dots\dots (\text{Rumus 5})$$

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2$$

dengan: n = banyaknya ulangan dalam tiap eksperimen

y = nilai pada setiap *run*

μ = rata-rata dari setiap *run*

σ<sup>2</sup> = deviasi dari setiap *run*

**Perhitungan Efek dari Rata-Rata Faktor dan Efek Rata-Rata SNR Tiap Faktor**

Dari hasil nilai rata-rata experimen dicari nilai efek dari rata-rata pada tiap faktor dengan menggunakan persamaan berikut:

Rata-rata efek mean pada faktor A:

$$A_{\text{EXP}} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3} \dots\dots\dots (\text{Rumus 6})$$

Rata-rata efek mean pada faktor B:

$$B_{\text{Exp}} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3} \dots\dots\dots (\text{Rumus 7})$$

Rata-rata efek mean pada faktor C:

$$C_{EXP} = \frac{\sum_{i=1}^3 .y.i}{3} \dots\dots\dots (Rumus 8)$$

Rata-rata efek mean pada faktor D:

$$D_{EXP} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3} \dots\dots\dots (Rumus 9)$$

Dari perhitungan tersebut dapat dilakukan perhitungan untuk masing-masing respon pada tiap faktor untuk memperoleh efek dari masing-masing respon tersebut. Perhitungan efek dari mean pada factor-faktor tersebut dilakukan dengan mengurangi rata-rata respon terbesar dengan rata-rata respon terkecil, sehingga diperoleh hasil perhitungan nilai efek mean tiap faktor.

Dari hasil nilai SNR dicari nilai efek SNR rata-rata pada tiap faktor bilamana karakteristik mutu dikehendaki semakin besar nilainya semakin baik menggunakan persamaan berikut:

Perhitungan rata rata SNR pada faktor A:

$$A_{SNR} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3} \dots\dots\dots (Rumus 10)$$

Perhitungan rata rata SNR pada faktor B:

$$B_{SNR} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3} \dots\dots\dots (Rumus 11)$$

Perhitungan rata rata SNR pada faktor C:

$$C_{SNR} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3} \dots\dots\dots (Rumus 12)$$

Perhitungan rata rata SNR pada faktor D:

$$D_{SNR} = \frac{\sum_{i=1}^3 y_i}{3} \dots\dots\dots (Rumus 13)$$

**Menentukan *Multi Respon Signal to Noise (MRSN) Ratio*.**

- a. Menentukan *quality loss* maksimum untuk tiap respon.
- b. Normalisasi *quality loss* tiap eksperimen.

$$C_{ij} = \frac{L_{ij}}{L_i} \dots\dots\dots (Rumus 14)$$

Keterangan:

$C_{ij}$  = normalized quality loss untuwk respon ke-i, pada trial ke-j

$$L_{ij} = \max \{L_{i1}, L_{i2}, \dots, L_{ij}\}$$

- c. Menghitung *total normalized quality loss (TNQL)* setiap eksperimen:

$$TNQL_i = \sum_{k=0}^n w_i x C_{ij} \dots\dots\dots (Rumus 15)$$

Keterangan :

$w_i$  = bobot dari normalisasi respon ke-i

- d. Menghitung MRSN ratio setiap eksperimen.

$$MRSN_j = -10 \log (TNQL_i) \dots\dots\dots (Rumus 16)$$

- e. Menentukan kombinasi level faktor yang optimal berdasarkan nilai MRSN terbesar.  
f. Membuat tabel respon dan grafik respon dari MRSN.  
g. Menentukan faktor kontrol yang memiliki efek yang signifikan terhadap MRSN.  
h. Menentukan level optimal dari faktor kontrol berdasarkan nilai MRSN terbesar.





## BAB IV

### HASIL PENELITIAN

#### Persiapan Penelitian

Dalam proses pelaksanaan penelitian ada beberapa tahapan yang dilakukan yaitu:

- a) Observasi lapangan di UMKM Madaniah yang berada di Triharjo, Kec. Sleman, Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta.
- b) Mempersiapkan Surat Izin Pelaksanaan Penelitian di UMKM Madaniah.
- c) Mengamati proses awal pembuatan asap cair batok kelapa
- d) Melakukan prosedur proses penelitian
- e) Mengamati jalanya proses penelitian
- f) Mencatat hasil pengukuran sebagai data yang digunakan sebagai dasar Analisa

#### Pengumpulan Data

##### Faktor Kendali

Faktor kendali adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan, sedangkan faktor noise adalah faktor yang nilainya sulit untuk diatur seandainya bisa diatur memerlukan biaya yang mahal, pemilihan faktor untuk eksperimen berdasarkan data pada tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Faktor Kendali

	Faktor kendali	Level 1	Level 2	Level 3
A	Suhu Pirolisis	$100^{\circ} \leq T \leq 150^{\circ}\text{C}$	$150^{\circ} \leq T \leq 180^{\circ}\text{C}$	$180^{\circ} \leq T \leq 210^{\circ}\text{C}$
B	Waktu pirolisis	1 Jam	3 Jam	5 Jam
C	Suhu Kondensasi	30°C	35°C	40°C
D	Pengeringan Batok Kelapa	0 Hari	1 Hari	2 Hari

##### Penentuan *OrthogonalArray*

Matriks ortogonal sangat efisien dalam memperoleh jumlah data yang relatif kecil dan mampu menerjemahkan kesimpulan yang berarti dan jelas cara pemilihan matriks orthogonal adalah dengan menentukan jumlah faktor atau derajat bebas (db) dan level minimum yang diperlukan oleh *inner array*. Dalam perhitungan derajat kebebasan faktor dan level diperoleh: (Banyaknya factor) X (banyaknya level - 1) + 1 = 4 (3-1) + 1 = 9

Maka memilih matriks orthogonal yang sesuai dengan eksperimen adalah derajat kebebasan pada matriks orthogonal standard harus lebih besar atau sama dengan perhitungan

derajat kebebasan pada eksperimen, maka menggunakan  $L_9(3^4)$ , dimana L adalah menyatakan rancangan bujur sangkar latin, 9 menyatakan banyaknya baris atau eksperimen, 3 menyatakan banyaknya level dan 4 menyatakan banyaknya kolom atau factor, dan dalam penelitian ini terdapat 4 faktor dan 3 level

Faktor A, B, C, D masing-masing 3 level Maka orthogonal array yang dipilih seperti pada Tabel dibawah ini:

Tabel 4.2. Ortogonal Array L9

					L4 OA (OUTER ARRAY)	
					1	2
L9 IA (INNER ARRAY)					DATA PERCOBAAN	
A	B	C	D			
Coulum Number					Y1	Y2
Trial	1	2	3	4		
1	1	1	1	1		
2	1	2	2	2		
3	1	3	3	3		
4	2	1	2	3		
5	2	2	3	1		
6	2	3	1	2		
7	3	1	3	1		
8	3	2	2	2		
9	3	3	1	3		

#### 4.2.3. Data Hasil Percobaan

Data hasil eksperimen yang dilaksanakan pada Laboratorium Terpadu Uiversitas Islam Indonesia dengan hasil GC-MS dari beberapa kali percobaan sehingga diperoleh hasil percobaan seperti yang tertera pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.3. Hasil Eksperimen Fenol ( $C_6H_6O$ )

Exp. No	Faktor Kendali				Replikasi1	Replikasi 2
	A	B	C	D		
1	1	1	1	1	1,20	1,00
2	1	2	2	2	1,50	1,70
3	1	3	3	3	2,90	2,1
4	2	1	2	3	4,10	4,30
5	2	2	3	1	4,70	6,28
6	2	3	1	2	9,10	7,60
7	3	1	3	1	14,20	12,46
8	3	2	2	2	15,90	14,48
9	3	3	1	3	28,10	19,80

Tabel 4.4 Hasil Eksperimen Asam Asetat ( C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)

Exp. No	Faktor Kendali				Replikasi 1	Replikasi 2
	A	B	C	D		
1	1	1	1	1	98,80	99,90
2	1	2	2	2	99,50	98,30
3	1	3	3	3	97,10	97,90
4	2	1	2	3	95,90	90,90
5	2	2	3	1	83,22	76,45
6	2	3	1	2	74,36	68,44
7	3	1	3	1	59,83	55,48
8	3	2	2	2	53,68	37,54
9	3	3	1	3	34,30	25,68

### Analisis Data

Hasil analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan uji normalitas menggunakan chi square, uji homogenitas menggunakan uji *barlett*, anova dan SNR. Masing-masing uji tersebut dilakukan untuk dua variabel yaitu kadar Fenol dan kadar Asam Asetat asap cair batok kelapa.

### Perhitungan Normalitas Data

Pengujian ini untuk mengetahui apakah distribusi frekuensi hasil pengamatan sesuai dengan *expected normal curve frequencies* dengan menggunakan *chi-squaredistribution*. Uji kebaikan sesuai antara frekuensi yang teramati dengan frekuensi harapan

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(oi - ei)^2}{ei}$$

### Uji Normalitas Kadar Fenol

Berdasarkan data hasil pengukuran normalitas kadar fenol yang tercantum pada tabel 4.5.

didapat nilai :

$$k = 1+3, 32 \log 18 = 5 \qquad \sum(\sigma^2) = 55,59$$

$$R = 27,10 \qquad \mu = 7,48$$

$$P = R/k = 5,43 \qquad \sigma = 9,45$$

Tabel uji normalitas Kadar Fenol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O)

Batas Kelas	Batas Atas	Batas Bawah	O i	Ei	Gabungan					
					Oi	Ei	Oi-ei	(Oi-ei) <sup>2</sup>	(Oi-ei) <sup>2</sup> /ei	
1,00 - 6,43	6,43	1,00	1 0	3,87	10	4,79	5,20	27,11	5,65	
6,43 - 11,86	11,86	6,43	2	5,05	8	11,6 8	-3,69	13,61	1,16	
11,86 - 17,30	17,30	11,86	3	4,09					X <sup>2</sup> hitung	6,81
17,30 - 22,73	22,73	17,30	2	1,97					X <sup>2</sup> tabel	9,48
22,73 - 28,17	28,17	22,73	1	0,57						
Total			1 8	15,5 7						

Nilai distribusi normal dari pengukuran kadar fenol dibanding nilai tabel adalah sebagai berikut : X<sup>2</sup> hitung = 6,81 sedangkan nilai X<sup>2</sup> tabel (0,05 : 4) = 9,48, karena X<sup>2</sup> hitung ≤ X<sup>2</sup> tabel yaitu 6,81 ≤ 9,48 maka Ho diterima artinya data hasil uji kadar Fenol berdistribusi normal.

#### Uji Normalitas Kadar Asam Asetat ( C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)

Berdasarkan data hasil pengukuran normalitas kadar asam asetat yang tercantum pada tabel didapat nilai :

$$k = 1+3,32 \log 18 = 5$$

$$R = 99,90 - 25,68 = 74,22$$

$$P = R/k = 14,84$$

$$\sum (\sigma^2) = 577,98$$

$$\mu = 74,47$$

$$\sigma = 24,04$$

#### 4.6. Tabel uji normalitas Kadar Asam Asetat ( C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)

Batas Kelas	Batas Atas	Batas Bawah	Oi	Ei	Gabungan					
					O i	ei	Oi-ei	(Oi-ei) <sup>2</sup>	(Oi-ei) <sup>2</sup> /ei	
25,68 - 40,52	40,52	25,68	3	1,04	4	3,48	0,51	0,26	0,08	
40,52 - 55,37	55,37	40,52	1	2,43	6	8,19	-2,19	4,81	0,58	
55,37 - 70,21	70,21	55,37	3	3,84	8	3,84	4,15	17,23	4,47	
70,21 - 85,06	85,06	70,21	3	4,34					x <sup>2</sup> Hitung	5,14
85,06 - 99,90	99,90	85,06	8	3,33					x <sup>2</sup> Tabel	9,48
Total			18	15,02						

Nilai distribusi normal dari pengukuran kadar Asam Asetat dibanding nilai tabel adalah sebagai berikut: X<sup>2</sup> hitung = 5,14 sedangkan nilai X<sup>2</sup> tabel (0,05:4) = 9,48; karena X<sup>2</sup> hitung ≤ X<sup>2</sup> tabel yaitu 5,14 ≤ 9,48 maka Ho diterima itu artinya data hasil uji kadar Asam Asetat terdistribusi normal.

## Perhitungan Homogenitas Variansi

Salah satu cara untuk menguji homogenitas  $k$  buah ( $k \geq 2$ ) variansi populasi yang berdistribusi normal adalah dengan menggunakan *uji Barlett*. *Uji Bartlett* digunakan untuk menguji apakah  $k$  sampel berasal dari populasi dengan varians yang sama.  $k$  sampel bisa berapa saja. Biasanya *uji bartlett* digunakan untuk menguji sampel/kelompok yang lebih dari 2. Varians yang sama di seluruh sampel disebut homoscedasticity atau homogenitas varians.

$n_i$   $n_k$  = sampel dari populasi

$Y_{ij}$  = data dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n_k$

$S_i^2 = S_1^2, S_2^2, \dots, S_k^2$

Jika  $X^2 < X^2(\alpha)(k-1)$  maka  $H_0$  diterima. Perbedaan terletak pada penggunaan tabel.

### Uji Homogenitas Variansi Kadar Fenol (C6H6O)

Pada penelitian uji homogenitas berfungsi untuk mencari data uji *Barlett*. Adapun hasil uji *barlett* kadar Fenol dapat dilihat pada tabel:

Tabel 4.7. Uji Homogenitas Kadar Fenol

Rep	N-1	1/N-1	$S_i^2$	$(N-1)S_i^2$	$\log S_i^2$	$(N-1)\log S_i^2$
1	8	0,12	71,65	573,20	1,85	14,84
2	8	0,12	37,85	302,87	1,58	12,62
$\Sigma$	16		109,51	876,08	3,43	27,47

Menghitung variansi gabungan dari semua sampel ( $S^2$ )

$$S^2 = [\Sigma(n_i - 1)S_i^2 / \Sigma(n_i - 1)]$$

$$S^2 = 876,08 \div 16 = 54,75$$

Menghitung harga satuan B

$$B = (\log S^2) \cdot \Sigma(n - 1)$$

$$(\log 54,75) = 1,74$$

$$B = 1,74 \times 16$$

$$B = 27,81$$

Menghitung  $X^2$

$$X^2 = (\ln 10)[B - \Sigma(n_i - 1) \log S_i^2]$$

$$X^2 = 2,30 \times (27,81 - 27,46) = 0,80$$

Nilai hitung *Uji Barlett* dari pengukuran kadar fenol dibanding nilai tabel adalah sebagai berikut:

$X^2$  hitung = 0,80 sedangkan nilai  $X^2$  tabel (0,95 : 8) = 15,51, karena  $X^2$  hitung  $\leq X^2$  tabel yaitu  $0,80 \leq 15,51$  maka  $H_0$  diterima artinya data hasil *Uji Barlett* kadar fenol homogen.

### Uji Homogenitas Variansi Kadar Asam Asetat ( $C_2H_4O_2$ )

Pada penelitian uji homogenitas berfungsi untuk mencari data uji *barlett*. Adapun hasil uji *barlett* kadar asam asetat dapat dilihat pada tabel:

Tabel 4.8. Uji Homogenitas Kadar Asam Asetat (  $C_2H_4O_2$  )

Rep	N-1	1/N-1	$S_i^2$	(N-1) $S_i^2$	log $S_i^2$	(N-1)log $S_i^2$
1	8	0,12	524,79	4.198,39	2,72	21,76
2	8	0,12	656,20	5.249,61	2,81	22,54
$\Sigma$	16		1.181,03	9.448,02	5,53	44,29

Menghitung variansi gabungan dari semua sampel ( $S^2$ )

$$S^2 = [\Sigma(n_i - 1)S_i^2 / \Sigma(n_i - 1)]$$

$$S^2 = 9.448,02 \div 16 = 590,50$$

Menghitung harga satuan B

$$B = (\log S^2) \cdot \Sigma(n - 1)$$

$$\text{Log } 590,50 = 2,77$$

$$B = 2,77 \times 16$$

$$B = 44,34$$

Menghitung  $X^2$

$$X^2 = (\ln 10)[B - \Sigma(n_i - 1) \log S_i^2]$$

$$X^2 = 2,30 \times (44,33 - 44,29) = 0,09$$

$X^2$  hitung = 0,099 sedangkan nilai  $X^2$  tabel (0,95 : 8) = 15,51 karena  $X^2$  hitung  $\leq X^2$  tabel yaitu  $0,09 \leq 15,51$  maka  $H_0$  diterima artinya data hasil *Uji Barlett* kadar asam asetat homogen.

### Perhitungan Analisis Variansi ( ANOVA )

*Anova* digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rerata antara kelompok. Hasil akhir dari analisis *ANOVA* adalah nilai F test atau F hitung. Nilai F Hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel F. Langkah-langkah perhitungan dalam analisis variansi multifactor apakah apakah factor mempengaruhi variabel respon:

## Analisis Variansi Fenol (C6H6O)

Uji anova kadar Fenol (C6H6O) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.9. Analisis Variansi Fenol (C6H6O)

Faktor	SS	Df	MS	F	F	P	SS'	Keputusan P value < $\alpha$
				Hitung	Tabel	Value (%)		
A	2.860,09	1	2.860,09	19,69	4,60	275,45	2714,88	ada pengaruh
B	1.464,66	1	1.464,66	9,91	4,60	133,61	1316,87	ada pengaruh
C	1.094,52	1	1.094,52	7,40	4,60	96,05	946,73	ada pengaruh
D	1.348,30	1	1.348,30	9,12	4,60	121,80	1200,51	ada pengaruh
Error	6.731,52	13	145,21					
SST	985,59	17						
Total	13.463,05	1						

### Contoh Perhitungan

Menghitung *degree of freedom*( df ) atau derajat bebas

$$a) \text{ df T} = N - 1 = 18 - 1 = 17$$

$$b) \text{ df A} = K_A - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$c) \text{ dfE} = \text{dfT} - \text{df factor} = 17 - 1 - 1 - 1 - 1 = 13$$

Menghitung total Sum of Square ( SST )

$$\begin{aligned} T &= [ k_{i=1} n_{j=1} y_j ] \\ &= 151,29 \end{aligned}$$

$$CF = \frac{T^2}{N} = \frac{(151,29)^2}{18} = 1271,59$$

$$\begin{aligned} SST &= [ k_{i=1} n_{j=1} ] - CF \\ &= 2257,1851 - 1271,59 \\ &= 985,59 \end{aligned}$$

Menghitung harga-harga sum of square (SS) atau jumlah kuadrat rerata

$$\begin{aligned} SSA &= [ k_{i=1} \frac{A^2}{n_A} ] - CF \\ &= 4131,68 - 1271,59 = 2860,09 \end{aligned}$$

Menghitung *Mean of Square* (MS) suatu faktor, contoh Faktor A

$$MSE = \frac{SSE}{dfe} = \frac{2032,98}{14} = 145,21$$

$$MSA = \frac{SSA}{dfa} = \frac{2860,09}{1} = 2860,09$$

Menghitung F rasion suatu faktor, contoh Faktor A

$$FA = \frac{MSA}{MSE} = \frac{2860,09}{145,21} = 19,69$$

Menghitung *pure of square* (SS) suatu faktor, contoh faktor A

$$\begin{aligned}
 SSA' &= SSA - (df_A \times MSE) \\
 &= 2860,09 - (1 \times 145,21) \\
 &= 2714,88
 \end{aligned}$$

Menghitung persen kontribusi (P) suatu faktor, contoh faktor A

$$PA = \frac{SSA'}{SST} \times 100\% = \frac{2714,88}{985,59} \times 100\% = 275,45$$

Berdasarkan empat faktor kendali diatas, yaitu faktor A, B, C, dan D mempunyai F hitung masing-masing 19,69; 9,91; 7,40; dan 9,12, faktor A, B, C, dan D ada pengaruh terhadap variabel respon, karena F hitung < F tabel.

### Analisis Variansi Asam Asetat ( C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> )

Tabel 4.10. Analisis Variansi Asam Asetat

Faktor	SS	Df	MS	F	F	P	SS'	Keputusan P value < α
				Hitung	Tabel	value		
						(%)		
A	117540,05	1	117540,05	8,41	4,26	995,48	103567,60	Ada Pengaruh
B	101631,37	1	101631,37	7,27	4,26	842,57	87658,89	Ada Pengaruh
C	100865,47	1	100865,47	7,21	4,26	835,21	86893	Ada Pengaruh
D	100254,21	1	100254,21	7,17	4,26	829,33	86281,74	Ada Pengaruh
Error	420291,12	13	30020,79					
SST	10403,70	17						
Total	840.582,24	1						

#### Contoh Perhitungan

Menghitung *degree of freedom* (df) atau derajat bebas

- df T = N - 1 = 18 - 1 = 17
- df A = KA - 1 = 2 - 1 = 1
- df E = dfT - df factor = 17 - 1 - 1 - 1 - 1 = 13

Menghitung total *Sum of Square* (SST)

$$\begin{aligned}
 T &= [k_{i=1} n_{j=1} y_j] \\
 &= 1340,54 \\
 CF &= \frac{T^2}{N} = \frac{(1340,54)^2}{18} = 99835,97 \\
 SST &= [k_{i=1} n_{j=1}] - CF \\
 &= 110239,7 - 99835 \\
 &= 10403,7
 \end{aligned}$$

Menghitung harga-harga *sum of square* (SS) atau jumlah kuadrat rerata

$$SSA = [k_{i=1} \frac{A^2}{n_A}] - CF$$



$$= 217376 - 99835,97 = 117540,05$$

Menghitung *Mean of Square* (MS) suatu faktor, contoh Faktor A

$$MSE = \frac{SSE}{dfe} = \frac{195614,7}{14} = 13972,48$$

$$MSA = \frac{SSA}{dfA} = \frac{117540,05}{1} = 117540,05$$

Menghitung F rasion suatu faktor, contoh Faktor A

$$FA = \frac{MSA}{MSE} = \frac{117540,05}{13972,48} = 8,41$$

Menghitung *pure of square* (SS) suatu faktor, contoh faktor A

$$\begin{aligned} SSA' &= SSA - (dfA \times MSE) \\ &= 117540 - (1 \times 13972,48) \\ &= 103567,6 \end{aligned}$$

Menghitung persen kontribusi (P) suatu faktor, contoh faktor A

$$PA = \frac{SSA'}{SST} \times 100\% = \frac{103567,6}{10403,7} \times 100\% = 995,48$$

Berdasarkan empat faktor kendali diatas, yaitu faktor A, B, C, dan D mempunyai F hitung masing-masing 8,41; 7,27; 7,21; dan 7,17, faktor A, B C, dan D ada pengaruh terhadap variabel respon, karena F hitung > F tabel.

### **Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR)**

Dalam penelitian ini karakteristik kualitasnya adalah *Larger-the-Better* (LTB). Karakteristik kualitas dimana semakin besar nilainya, maka kualitas semakin baik. Nilai S/N untuk jenis karakteristik LTB adalah :

$$SNR = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

### Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) Data Kadar Fenol (C6H6O)

Tabel 4.11. Data SNR Kadar Fenol (C6H6O)

Trial	Faktor Kendali				Replikasi Ke		SNR
	1	2	3	4	1	2	
1	1	1	1	1	1,20	1,00	0,72
2	1	2	2	2	1,50	1,70	4,03
3	1	3	3	3	2,90	2,10	6,29
4	2	1	2	3	4,10	4,30	9,26
5	2	2	3	1	4,70	6,28	10,44
6	2	3	1	2	9,10	7,60	18,32
7	3	1	3	1	14,20	12,46	23,49
8	3	2	1	2	15,90	14,48	23,49
9	3	3	2	3	28,10	19,80	27,18

Contoh perhitungan

$$\Sigma(1/y^2) = 1/1,2^2 + 1/1^2$$

$$\Sigma(1/y^2) = 1,694$$

$$(1/n) \times \Sigma(1/y^2) = (1/2) \times 1,694 = 0,847$$

$$\text{SNR} = -10 \log(0,847) = 0,720$$

Tabel 4.12. Data Efek SNR Kadar Fenol (C6H6O)

Faktor	A	B	C	D
Level 1	3,68	17,81	26,88	18,99
Level 2	12,67	22,30	22,35	30,19
Level 3	24,72	33,69	24,57	24,62
Selisih	21,04	15,87	4,52	11,20
Rank	1	2	4	3
Optimal	A3	B3	C1	D2

Contoh Perhitungan

$$A1 = \frac{0,720 + 4,031 + 6,298}{3} = 3,68$$

$$A2 = \frac{9,260 + 10,440 + 18,329}{3} = 12,67$$

Dari hasil perhitungan efek SNR kadar fenol (C6H6O) terlihat jelas pada tabel 4.14 bahwa yang menjadi pengaruh atau terbentuknya kadar fenol (C6H6O) yaitu suhu pirolisis/pembakaran dimana semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin tinggi kadar fenol (C6H6O) dan untuk factor waktu pengeringan, suhu kondensor, dan lama pembakaran tidak berpengaruh terhadap fenol (C6H6O).

**Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) Data Kadar Asam Asetat ( C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)**

Tabel 4.13. Data SNR Kadar Asam Asetat ( C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)

Trial	Faktor Kendali				Replikasi Ke		SNR
	1	2	3	4	1	2	
1	1	1	1	1	98,80	99,90	39,94
2	1	2	2	2	99,50	98,30	39,56
3	1	3	3	3	97,10	97,90	39,77
4	2	1	2	3	95,90	90,90	39,39
5	2	2	3	1	83,22	76,45	38,02
6	2	3	1	2	74,36	68,44	37,05
7	3	1	3	1	59,83	55,48	35,22
8	3	2	1	2	53,68	37,54	32,77
9	3	3	2	3	34,30	25,68	29,26

Contoh perhitungan

$$\Sigma( 1/y^2 ) = 1/99,8^2 + 1/99,9^2$$

$$\Sigma( 1/y^2 ) = 0,00010132$$

$$( 1/n ) \times \Sigma( 1/y^2 ) = (1/2) \times 0,00010132 = 0,00010666$$

$$\text{SNR} = -10\text{Log} (0,00010666) = 39,94$$

Tabel 4.14. Data Efek SNR Kadar Asam Asetat ( C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)

Faktor	A	B	C	D
Level 1	39,76	91,08	87,91	89,70
Level 2	38,15	88,50	88,71	87,53
Level 3	32,42	86,58	89,54	88,93
Selisih	7,33	4,49	1,62	1,39
Rank	1	2	3	4
Optimal	A1	B1	C3	D1

Contoh Perhitungan

$$A1 = \frac{39,943 + 39,562 + 39,779}{3} = 39,76$$

$$A2 = \frac{39,397 + 38,020 + 37,051}{3} = 38,15$$

**Perhitungan *Multi Respon Signal to Noise Ratio* (MRSN)**

Kondisi optimal kadar Fenol dan kadar Asam Asetat maka diperoleh dari kombinasi level faktor yang berbeda, maka diperlukan analisis untuk mengoptimalkan kondisi yang berbeda tersebut menggunakan Taguchi multi respon. Taguchi multi respon yang digunakan

dalam penelitian ini adalah prosedur MRSN. Langkah-langkah yang sistematis dalam melakukan eksperimen multi respon dengan menggunakan *MultiRespon Signal to Noise Ratio*(MRSN) terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

1. Menghitung *quality loss* ( $L_{ij}$ ), *normalisasi quality loss* ( $C_{ij}$ ), untuk setiap trial.

➤ Biaya yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas fenol sebagai berikut:

A1: Suhu Pirolisis/Pembakaran  $100^{\circ} \leq T \leq 150^{\circ}\text{C}$

B3: Waktu pirolisis/Pembakaran 5 Jam

C3: Suhu Kondensasi  $40^{\circ}\text{C}$

D3: Waktu Pengeringan Batok Kelapa 2 Hari

Sehingga Total Biaya = 18.000

Biaya Nilai Optimum Fenol ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ )

A3: Suhu Pirolisis/Pembakaran  $180^{\circ} \leq T \leq 210^{\circ}\text{C}$

B3: Waktu pirolisis 5 Jam

C2: Suhu Kondensasi  $35^{\circ}\text{C}$

D3: Waktu Pengeringan Batok Kelapa 2 Hari

Sehingga Total Biaya = 27.000

Selisih Biaya =  $27.000 - 18.000 = 9.000$

➤ Biaya yang diperlukan untuk meningkatkan kualitas asam asetat ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ) sebagai berikut:

A1: Suhu Pirolisis/Pembakaran  $100^{\circ} \leq T \leq 150^{\circ}\text{C}$

B3: Waktu pirolisis/Pembakaran 5 Jam

C3: Suhu Kondensasi  $40^{\circ}\text{C}$

D3: Waktu Pengeringan Batok Kelapa 2 Hari

Sehingga Total Biaya = 18.000

Biaya Nilai Optimum Asam asetat ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ )

A1: Suhu Pirolisis/Pembakaran  $100^{\circ} \leq T \leq 150^{\circ}\text{C}$

B1: Waktu pirolisis 1 Jam

C1: Suhu Kondensasi  $30^{\circ}\text{C}$

D1: Waktu Pengeringan Batok Kelapa 0 Hari

Sehingga Total Biaya = 9.000

Selisih Biaya =  $9.000 - 18.000 = -9.000$

didapatkan urutan prioritas variabel respon dari yang terpenting yaitu fenol ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ ) dan asam asetat ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ) sebagai berikut:

Fenol ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ ) : 0,75%

Asam Asetat ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ) : 0,583%

Maka bobot masing-masing variabel respon,

$$\text{Fenol (C}_6\text{H}_6\text{O)} \quad : \quad \frac{0,75}{0,75+0,583}$$

$$W_i \quad : 0,563$$

$$\text{Asam Asentat ( C}_2\text{H}_4\text{O}_2) \quad : \quad \frac{0,583}{0,75+0,583}$$

$$W_j \quad : 0,437$$

2. Normalisasi *quality loss* ( $C_{ij}$ ) tiap eksperimen

$$C_{ij} = \frac{L_{ij}}{L_i}$$

Keterangan:

$C_{ij}$  = *normalized quality loss* untuk respon ke-i, pada trial ke-j

$$L_{ij} = \max \{L_{i1}, L_{i2}, \dots, L_{ij}\}$$

Tabel 4.15. *quality loss* fenol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O)

Trial	Faktor Kendali				Replikasi Ke		Lij	Cij	wi * Cij
	1	2	3	4	1	2			
1	1	1	1	1	1,20	1,00	19,54815	1	0.563
2	1	2	2	2	1,50	1,70	14,47732	0,740598	0.416956606
3	1	3	3	3	2,90	2,10	9,471767	0,484535	0.272793346
4	2	1	2	3	4,10	4,30	5,496741	0,28119	0.158309885
5	2	2	3	1	4,70	6,28	4,291639	0,219542	0.123602114
6	2	3	1	2	9,10	7,60	2,785735	0,142506	0.080231063
7	3	1	3	1	14,20	12,46	1,738329	0,088926	0.050065069
8	3	2	1	2	15,90	14,48	1,522301	0,077874	0.043843291
9	3	3	2	3	28,10	19,80	0,044038	0,002253	1.268314E-03

Contoh perhitungan

Selisih nilai = kombinasi level faktor optimal – kondisi awal perusahaan

$$= 23,95 - 2,5$$

$$= 21,45 (\text{absolut})$$

$$K = \frac{9.000}{21,45^2}$$

$$= 19,561$$

$$L_{ij} = K \frac{1}{n_i} \sum_{k=1}^n \frac{1}{y_{ijk}^2}$$

$$= 19,561 \frac{1}{2} \times \left\{ \left( \frac{1}{1,2^2} \right) + \left( \frac{1}{1,2^2} \right) \right\}$$

$$=16,572394$$

$$C_{ij} = \frac{L_{ij}}{L_i} = \frac{16,572394}{16,572394} = 1$$

$$W \times C_{ij} = 0.563 \times 1$$

$$= 0.563$$

Tabel 4.16 *quality loss* asam asetat (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)

Trial	Faktor Kendali				Replikasi Ke		Lij	Cij	wj * Cij
	1	2	3	4	1	2			
1	1	1	1	1	98,80	99,90	-0,0257580	1	0.437
2	1	2	2	2	99,50	91,20	-0,0281213	1,091750	0.477095
3	1	3	3	3	97,10	97,90	-0,0267437	1,038266	0.453722
4	2	1	2	3	95,90	90,90	-0,0292044	1,133798	0.49547
5	2	2	3	1	83,22	76,45	-0,0401019	1,556869	0.680352
6	2	3	1	2	74,36	68,44	-0,0501247	1,945984	0.850395
7	3	1	3	1	59,83	55,84	-0,0762742	2,961181	1.294036
8	3	2	1	2	53,68	37,54	-0,1343083	5,214227	2.278617
9	3	3	2	3	34,30	25,68	-0,3007888	11,67748	5.103057

Contoh perhitungan

Selisih nilai = kombinasi level faktor optimal – kondisi awal perusahaan

$$= 99,35 - 97,5$$

$$= 1,85 \text{ (absolut)}$$

$$K = \frac{-9000}{1,85^2}$$

$$= -2629,657$$

$$L_{ij} = K \frac{1}{n_i} \sum_{k=1}^{n_i} \frac{1}{y^{2ijk}} = -2629,657 \times \frac{1}{2} \times \left\{ \left( \frac{1}{98,802} \right) + \left( \frac{1}{98,902} \right) \right\}$$

$$= -0,025758$$

$$C_{ij} = \frac{L_{ij}}{L_i} = \frac{-0,02664423}{-0,02664423} = 1$$

$$W \times C_{ij} = 0.437 \times 1$$

$$= 0.437$$

**Tabel 4.17. total normalized quality loss (TNQL) dan MRSN**

Trial	A	B	C	D	TNQL	MRSN
1	1	1	1	1	1	0
2	1	2	2	2	0.89405145	0.48637488
3	1	3	3	3	0.72651546	1.38755139
4	2	1	2	3	0.65377954	1.84568675
5	2	2	3	1	0.80395395	0.94768826
6	2	3	1	2	0.930626005	0.31224816
7	3	1	3	1	1.344101066	-1.2843193
8	3	2	1	2	2.322460474	-3.6594833
9	3	3	2	3	5.104325002	-7.0793832

Contoh Perhitungan

$$TNQL = \sum_{i=1}^m W_i C_{ij}$$

$$= 0.563 + 0.437$$

$$= 1$$

$$MRSN_j = -10 \log (TNQL_j)$$

$$= -10 \log (1)$$

$$= 0$$

Menentukan kombinasi level faktor yang optimal berdasarkan nilai MRSN optimal. Dari tabel di atas nilai MRSN Optimal adalah trial nomor 1 yaitu 1.84568675 dengan kombinasi level faktor optimal A2, B1, C2, D3.

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

Pembahasan hasil penelitian ini didasarkan atas hasil aktivitas penelitian yang sesuai dengan diagram alir penelitian, dimana tahapan aktivitas sebagai berikut:

#### **Analisis Kombinasi Level Faktor Proses Asap Cair Batok kelapa**

Berdasarkan nilai MRSN sebagaimana tabel... hal.. diperoleh kombinasi level faktor yang menghasilkan respon optimum terletak pada trial ke 4 dengan nilai MRSN 1,845 berikut adalah penjelasan setting level faktor optimal hasil eksperimen taguchi pada proses pengkajian asap cair batok kelapa, yaitu:

a. suhu pembakaran/pirolisis batok kelapa.

suhu pada kondisi setting level  $100^{\circ} \leq T \leq 150^{\circ}\text{C}$  (A1), level  $150^{\circ} \leq T \leq 180^{\circ}\text{C}$  (A2) dan level  $180^{\circ} \leq T \leq 210^{\circ}\text{C}$  (A3), pada level optimum menghasilkan kualitas asap cair batok khususnya senyawa fenol lebih besar dan pada level minimum menghasilkan kualitas asap cair batok khususnya senyawa asam asetat lebih besar.

b. Waktu pirolisis

Waktu pirolisis pada kondisi setting level 1 jam (B1), level 3 jam (B2) dan level 5 jam (B3), pada level optimum waktu pembakaran dapat menguraikan batok kelapa dengan sempurna yaitu sebanyak 100 kg batok kelapa, dan pada level minimum waktu pembakaran dapat menguraikan batok kelapa dengan sempurna yaitu sebanyak 40 kg.

c. Suhu kondensasi

Suhu kondensasi pada kondisi setting level  $30^{\circ}\text{C}$  (C1), level  $35^{\circ}\text{C}$  (C2) dan level  $40^{\circ}\text{C}$  (C3), pada level optimum menghasilkan randemen/bobot 15 liter asap cair dan pada level minimum menghasilkan randemen/bobot 20 liter asap cair.

d. Waktu pengeringan batok kelapa

Waktu pengeringan pada kondisi setting 0 Hari (D1), 1 Hari (D2), Dan 2 Hari (D3), pada level optimum kadar air yang terkandung 2,3%, dan pada level minimum kadar air terkandung 9,1 %.



## Hasil Penyulingan Asap Cair Batok Kelapa



**Gambar. Prototipe Hasil Penyulingan Asap Cair Batok Kelapa**

Dari hasil penyulingan asap cair batok kelapa dilihat dari SNR didapat asap cair yang berkualitas adalah sebagai berikut :

- e. Asap cair batok kelapa yang berkualitas dilihat dalam segi kuantitas yaitu fenol ( $C_6H_6O$ ) dan asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) nilai optimum didapat fenol 23,95% dan asam asetat 99,35%.
- f. Pada replikasi yang digunakan untuk mendapatkan senyawa fenol ( $C_6H_6O$ ) optimum yaitu pada replikasi A3, B3, C2, dan D3.
- g. Pada replikasi yang digunakan untuk mendapatkan senyawa asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) optimum yaitu pada replikasi A1, B1, C1 dan D1.

### **Analisis validasi perbaikan kualitas produk a**

#### **Analisis validasi pada pengkajian fenol**

Berdasarkan nilai MRSN sebagaimana dalam tabel 4.19 diperoleh kombinasi level faktor yang menghasilkan respon optimum terletak pada trial ke 4 dengan kombinasi level faktor A2, B1, C2, dan D3 dengan nilai 1,845 Kombinasi ini mampu menaikkan senyawa fenol ( $C_6H_6O$ ) semula 2,5% menjadi 4,20% naik ( 68%)

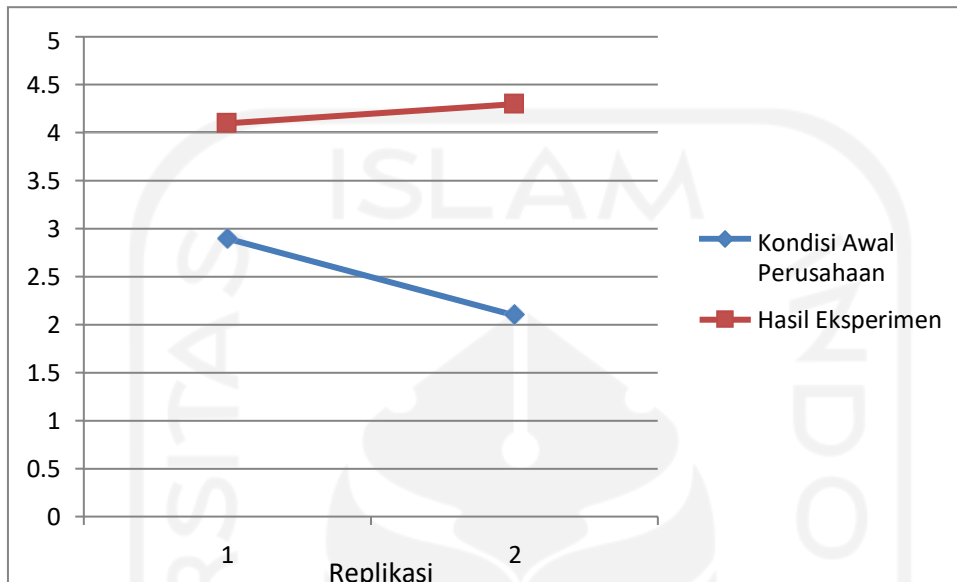
Quality loss level optimum yang dihasilkan dapat menaikkan biaya sebesar Rp27.000 -Rp18.000 = Rp9000 dan pengkajian variable respon fenol ( $C_6H_6O$ ) dipengaruhi oleh faktor kendali suhu pirolisis/pembakaran (A) dengan kontribusi paling besar yaitu 21,4%.

#### **b Analisis validasi pada pengkajian asam asetat**

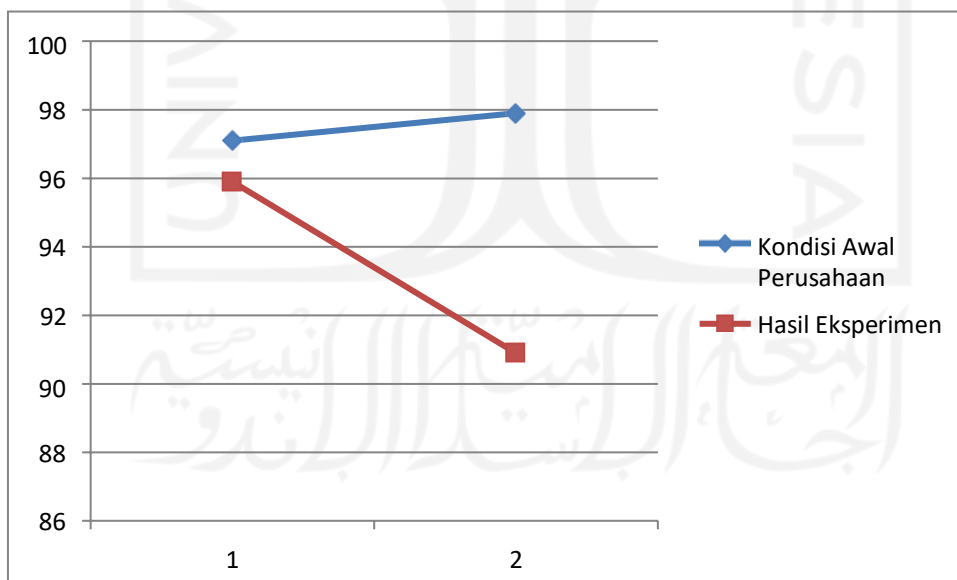
Berdasarkan nilai MRSN sebagaimana dalam tabel 4.19 diperoleh kombinasi level faktor yang menghasilkan respon optimum terletak pada trial ke 4 dengan kombinasi level faktor A2, B1, C2, dan D3 dengan nilai 1,845 Kombinasi ini menurunkan senyawa asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) semula 97,5 menjadi 93,4 turun ( 4,3%).

Quality loss level optimum yang dihasilkan dapat menghemat sebesar Rp9000 - Rp18.000 = Rp-9000 dan pengkajian variable respon fenol dipengaruhi oleh faktor kendali suhu pirolisis/pembakaran (A) dengan kontribusi paling besar yaitu 7,33%..

Grafik perbandingan sebelum dan sesudah eksperimen asap cair dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 5.1 Grafik perbandingan sebelum dan sesudah eksperimen senyawa fenol ( $C_6H_6O$ ) asap cair batok kelapa



Gambar 5.1 Grafik perbandingan sebelum dan sesudah eksperimen senyawa asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) asap cair batok kelapa

## BAB VI

### KESIMPULAN

#### Kesimpulan

Dari eksperimen yang telah dilakukan terhadap produk asap cair batok kelapa dengan mempertimbangkan 4 faktor kendali, 3 level dan 2 kali percobaan berdasarkan 2 variabel respon, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dilihat dari tabel Anova dan Efek SNR faktor yang mempengaruhi fenol untuk rank 1 (A), rank 2 (B), rank 3 (D) dan rank 4 (C), sedangkan yang mempengaruhi senyawa asam asetat, untuk rank 1 (A), rank 2 (B), rank 3 (C) dan rank 4 (D).
2. Pada proses pengkajian senyawa fenol ( $C_6H_6O$ ) berdasarkan nilai MRSN menghasilkan respon optimum yaitu semula 2,5% menjadi 4,20 (naik 68%) dan dapat menghemat biaya 25%. sedangkan pada proses pengkajian senyawa asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) berdasarkan nilai MRSN menghasilkan respon optimum yaitu semula nilai 97,5% menjadi 93,4% (turun 4,3%) dan dapat menambah biaya 50%.
3. Didapatkan *setting* kombinasi level faktor optimal MRSN pembuatan produk asap cair sehingga didapatkan nilai optimal fenol ( $C_6H_6O$ ) dan asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ) yaitu konsentrasi A2 (suhu pirolisis  $150^0 \leq T \leq 180^0$ ), B1 (waktu pirolisis 1 Jam), C2 (suhu kondensasi  $35^0$ ) dan D3 (lama penjemuran batok 2 hari) dengan nilai MRSN 1,845.

#### Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Berdasarkan pada hasil eksperimen yang telah dilakukan, dapat meningkatkan kualitas produk asap cair batok kelapa sebagai pestisida organik berdasarkan fenol ( $C_6H_6O$ ) dan asam asetat ( $C_2H_4O_2$ ), maka sebaiknya lebih memperhatikan terhadap suhu pirolisis/pembakaran karena suhu sangat berpengaruh terhadap kualitas asap cair batok.

2. Saran yang diberikan untuk dapat menjadi penelitian selanjutnya adalah meneliti lebih jauh tentang alat pirolisis yang digunakan yaitu lebih modern agar suhu pirolisis dan suhu kondensasi biasa dikendalikan sampai suhu tertinggi pirolisis yaitu sampai 300<sup>o</sup> factor kendali pada eksperimen.
3. Perlu adanya penggunaan bahan baku yang berbeda selain kayu, sekam padi, bonggol jagung, daun astiri, dan batok kelapa dalam pembuatan asap cair yang banyak mengandung senyawa fenol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O) dan asam asetat ( C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>).



## DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana I.G.S., Sumiartha K., dan Sudiarta I. P. 2013. Efikasi pestisida nabati minyak atsiri tanaman tropis terhadap mortalitas ulat bulu gempinis. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. Vol.1, pp.1-11.
- Akbar A., Paindoman R., dan Coniwanti P. 2013. Pengaruh variabel waktu temperature terhadap pembuatan asap cair dari limbah kayu pelawan. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol.19, pp.1-8.
- Anggraini S.P. A., dan Yuningsi S. 2017. Optimalisasi penggunaan asap cair dari tempurung kelapa sebagai pengawet alami pada ikan segar. *Jurnal Reka Buana*. Vol.2, pp.12-18.
- Arianto N., Dan Imas., A. 2013. Efektivitas Asap Cair Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Biopestisida Benih Di Gudang Penyimpanan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Vol. 31, pp. 1-8
- Guillen M.D., Manzanos M.J.H., dan Ibargotia M.L. 2001. Carbohydrate and nitrogenated compounds in liquid smoke flavorings. *Jurnal Agric food chem*. Vol. 49, pp. 2395-2403.
- Haji A.G. 2013. Komponen Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Padat Kelapa Sawit. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. Vol. 9, pp. 109 – 116.
- Hayati N. 2018. Optimasi kondisi pirolisis dan pengeringan pada proksimat arang tempurung kelapa dengan metode taguchi. *Jurnal Teknik Mesin IST AKPRIND*. Vol.12, pp. 6-12.
- Jayanudin., dan Suhendi E. 2012. Identification of chemical components liquid smoke from coconut shell region anyer banten. *Jurnal Agroekotek*. Vol. 4 , pp. 39-46.
- Karseno., Darmadji., dan Rahayu K. 2001. Daya hambat asap cair kayu karet terhadap bakteri pengkotaminan lateks dan ribbed smoke sheet. *Jurnal agritech*. Vol. 21, pp. 10-15

- Kementerian Pertanian. 2011. Pestisida organik. Diakses 20 Agustus 2019, tersedia di [http://ntb.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com\\_content&view=article&id=919:pembuatan-pestisida-nabati-&catid=49:info-teknologi&Itemid=81](http://ntb.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=919:pembuatan-pestisida-nabati-&catid=49:info-teknologi&Itemid=81).
- Kilinc B., dan Cakli S. 2012. Growth of listeria monocytogenes as affected by thermal treatment of rainbow trout fillets prepared with liquid smoke. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*. Vol. 2, pp. 285-290.
- Noor E., Luditama C., dan Pari G. 2014. Isolasi dan pemurnian asap cair berbahan dasar tempurung dan sabut kelapa secara pirolisis dan destilasi. *Prosiding konferensi nasional Kelapa VIII*, 93-102.
- Nugroho A., dan Aisyah I. 2013. Efektifitas asap cair dari limbah tempurung kelapa sebagai biopestisida benih digudang penyimpanan. *Jurnal penelitian hasil hutan*. Vol. 31, pp 1-8.
- Nurhayati T., Sylviani., dan Mahpudin. 2003. Analisis teknis dan ekonomis produksi terpadu arang dan cuka kayu dari tiga jenis kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Vol. 21, pp. 155-166.
- Oktavia. D.A., Fitria. A., Anggraini. S.P.A., Dan Yuningsih. S. 2019. Aplikasi Asap Cair Kelapa Terhadap Uji Organoleptik Ikan Segar Sebagai Pengawet Alami. *Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil dan Teknik Kimia*. Vol. 3, pp. 19-27.
- Pohan S.D. 2014. Pemanfaatan ekstrak tanaman sebagai pestisida alami dalam pengendalian serangga. *Jurnal pengabdian kepada masyarakat*. Vol.20, pp 94-98.
- Pugersari D., Syarief A., dan Larasati D. 2013. Eksperimen pengembangan produk fungsional bernilai komersial berbahan baku tempurung kelapa berusia muda dengan teknik pelunakan. *Jurnal Visual Art & Design*. Vol. 5, pp.74-91.
- Pundir R., Chary G.H.V.C., dan Dastidar M.G. 2018. Application of Taguchi method for optimizing the process parameters for the removal of copper and nickel

- by growing *Aspergillus* sp. *Jurnal Water Resources and Industry*, Vol.20. pp. 83-92. .
- Suanto E., Sudirman., dan Muthahanas. 2018. Efektifitas ekstrak daun sirih dalam menekan penetsan telur dan infektifitas *mooidogyne* spp. *Jurnal Agroteknologi*. Vol.11, pp.1-6.
- Tima S.L., Yopi., dan Ifa L. 2016. Pemanfaatan asap cair kulit biji mente sebagai pestisida. *Journal Of Chemical Proses Engineering*. Vol.01, pp .16-22.
- Wibowo. S. 2012. Karakteristik Asap Cair Tempurung Nyamplung. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. Vol. 30, pp. 218-227.
- Yulita E., Hamsah B., dan Wijaya A. 2011. The utilazation of liquid smoke from sawdust as bokar coagulant,*Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. Vol. 22, pp. 58–62.
- Sylajakumari P. A., Ramakrishnasamy R., And Palaniappan G. 2018. *Taguchi Grey Relational Analysis for Multi-Response Optimization of Wear in Co-Continuous Composite*.*Jurnal Department of Mechanical Engineering, PSG College of Technology, Coimbatore 641004, India*. Vol. 11, pp. 1-17.
- Vellaiyan S., Amirthagadeswaran K.S., And Sivasamy D.B., 2018. *Taguchi- Grey Relation Based Multi-Response Optimization of Diesel Engine Operating Parameters With Water-in-Diesel Emulsion Fuel*. *International Journal of Technologi*. Vol. 01, pp. 68-77.
- Singh R. P., Kataria R., Kumar J., And Verma J. 2018. *Multi-response optimization of machining characteristics in ultrasonic machining of WC-Co composite through Taguchi method and greyfuzzy logic*.*Jurnal Materials Science*. Vol. 5, pp. 75-92.
- Pervez M.N., Shafiq F., Sarwar Z., Jilani M.M., And Cai Y., 2018. *Multi-Response Optimization of Resin Finishing by Using a Taguchi-Based Grey Relational Analysis*.*Jurnal Materials*. Vol. 11, pp. 1-19.
- Xu F., Zhang S., Wu K., And Dong Z. 2018. *Multi-response optimization design of tailor-welded blank (TWB) thinwalled structures using Taguchi-based*

*gray relational analysis. Jurnal Thin-Walled Structures. Vol. 131, pp. 286-296.*

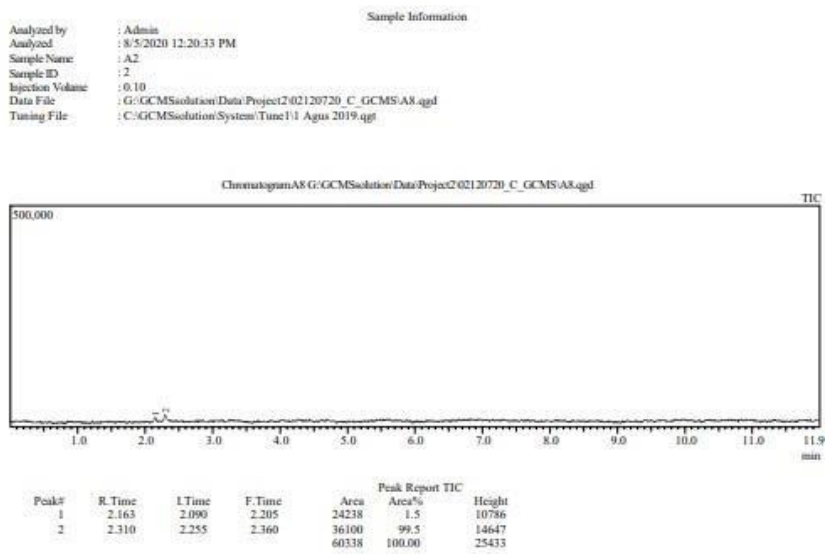
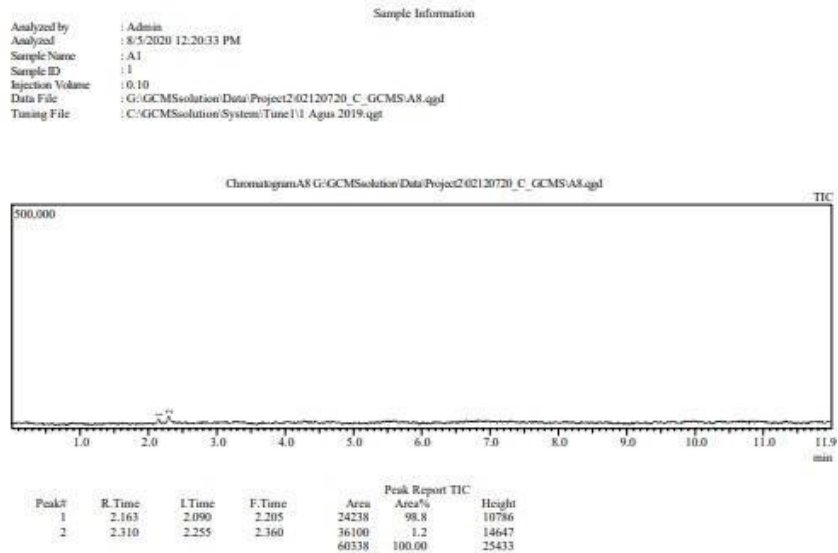
Omrani H., Alizadeh A., And Emrouznejad A. 2018. *Finding the optimal combination of power plants alternatives: a multi response Taguchi-neural network using TOPSIS and fuzzy best-worst method.*Journal of Cleaner Production. Vol. 10, pp. 1-41.



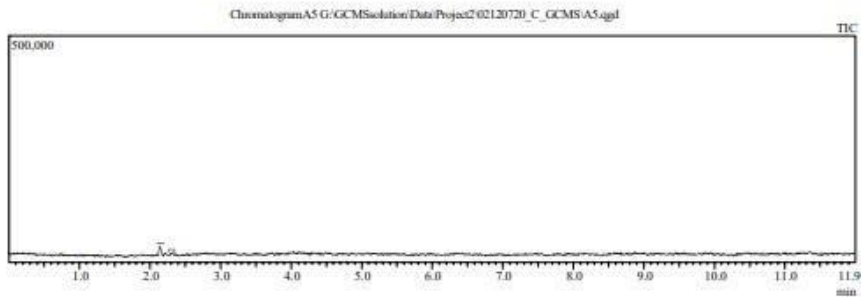


## Lampiran-Lampiran

### a). Hasil uji lab GC asap cair batok kelapa

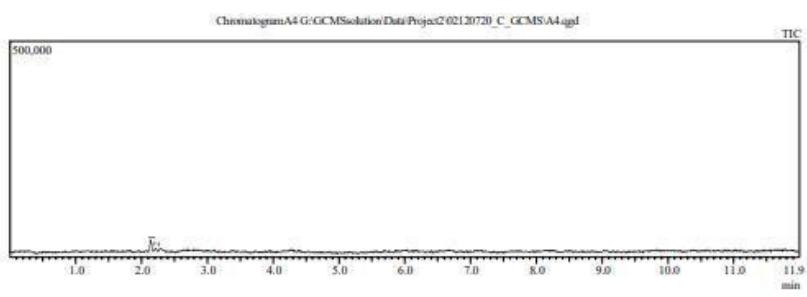


Sample Information  
 Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 11:34:51 AM  
 Sample Name : A3  
 Sample ID : 3  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A5.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSolution\System\Tune\1\ Agua 2019.qgt



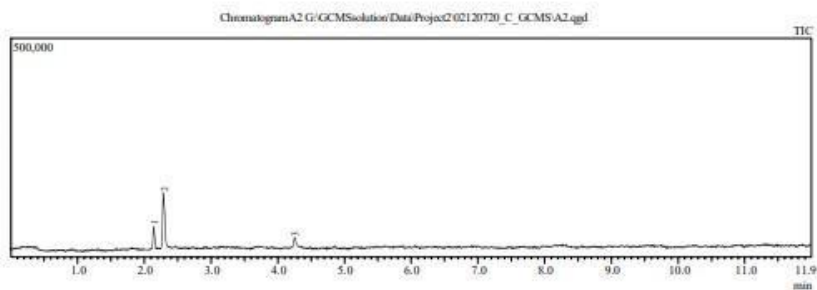
Peak#	R.Time	L.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.151	2.120	2.195	43712	2.9	20331
2	2.310	2.255	2.360	25767	97.1	6571
				69479	100.00	26902

Sample Information  
 Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 11:19:47 AM  
 Sample Name : A4  
 Sample ID : 4  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A4.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSolution\System\Tune\1\ Agua 2019.qgt



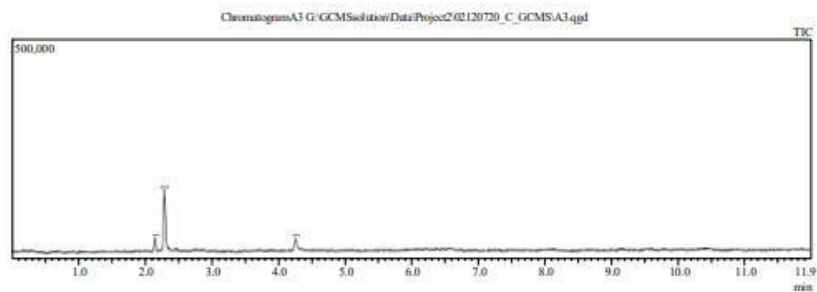
Peak#	R.Time	L.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.152	2.125	2.195	59834	4.1	29147
2	2.225	2.195	2.275	25669	95.9	9735
				115071	100.00	48789

Sample Information  
 Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 10:49:16 AM  
 Sample Name : A5  
 Sample ID : 5  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A2.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSolution\System\Tune1\1\_Agus\_2019.agt



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.158	2.125	2.190	82336	12.08	48974
2	2.301	2.255	2.365	295180	83.22	127179
3	4.262	4.230	4.315	53753	4.70	22146
				431269	100.00	198299

Sample Information  
 Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 11:04:31 AM  
 Sample Name : A6  
 Sample ID : 6  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A3.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSolution\System\Tune1\1\_Agus\_2019.agt

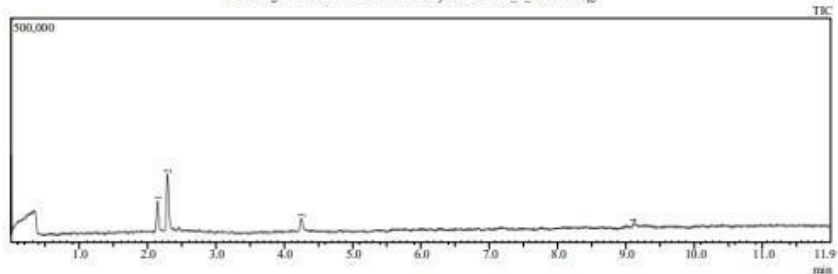


Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.155	2.120	2.195	47830	16.54	30164
2	2.300	2.260	2.400	318726	74.36	140764
3	4.266	4.215	4.310	62067	9.10	26004
				428623	100.00	196932

Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 10:34:06 AM  
 Sample Name : A7  
 Sample ID : 7  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A1.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSolution\System\Tune\11\_Agus 2019.agt

Chromatogram A1 G:\GCMSolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A1.qgd

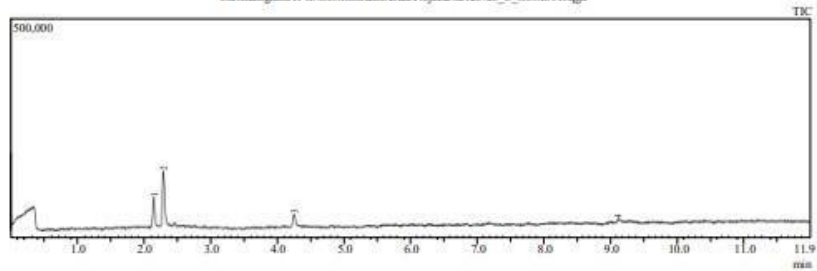


Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Peak Report TIC		Height
				Area	Area%	
1	2.158	2.115	2.215	155143	19.60	70206
2	2.305	2.215	2.375	323561	59.83	127729
3	4.260	4.215	4.330	86127	14.29	29508
4	9.115	9.055	9.240	37878	6.28	8533
				602709	100.00	235976

Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 10:34:06 AM  
 Sample Name : A8  
 Sample ID : 8  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A1.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSolution\System\Tune\11\_Agus 2019.agt

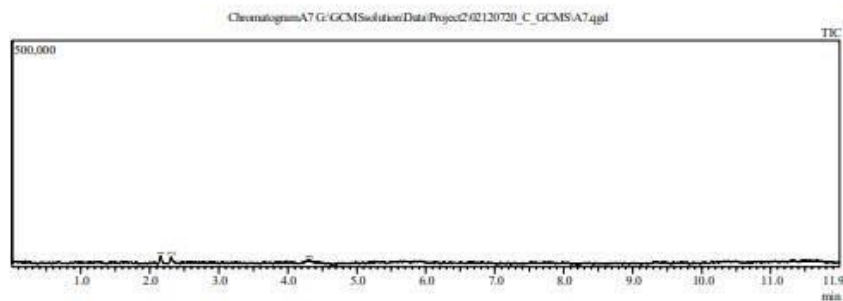
Chromatogram A1 G:\GCMSolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A1.qgd



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Peak Report TIC		Height
				Area	Area%	
1	2.158	2.115	2.215	155143	25.74	70206
2	2.305	2.215	2.375	323561	53.68	127729
3	4.260	4.215	4.330	86127	15.95	29508
4	9.115	9.055	9.240	37878	4.63	8533
				602709	100.00	235976

Sample Information

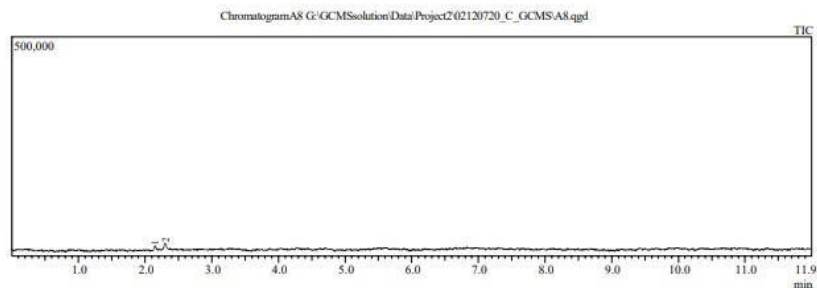
Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 12:05:14 PM  
 Sample Name : A9  
 Sample ID : 9  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A7.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\1 Agus 2019.qgt



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.159	2.120	2.195	36515	37.54	18329
2	2.310	2.265	2.335	33363	34.30	15872
3	4.314	4.255	4.345	27403	28.17	7351
				97281	100.00	41552

Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 12:20:33 PM  
 Sample Name : B1  
 Sample ID : 1  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A8.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\1 Agus 2019.qgt

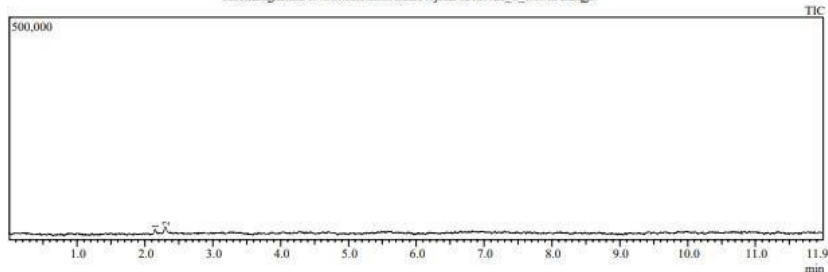


Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.163	2.090	2.205	24238	99.99	10786
2	2.310	2.255	2.360	36100	1.01	14647
				60338	100.00	25433

Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 12:20:33 PM  
 Sample Name : B2  
 Sample ID : 2  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A8.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\1\_Agus 2019.qgt

ChromatogramB2 G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMSB2.qgd

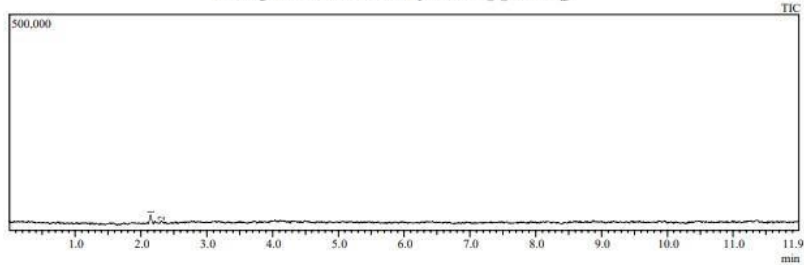


Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.163	2.090	2.205	24238	1.7	10786
2	2.310	2.255	2.360	36100	98.3	14647
				60338	100.00	25433

Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 11:34:51 AM  
 Sample Name : B3  
 Sample ID : 3  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A5.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\1\_Agus 2019.qgt

ChromatogramB3G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMSB3.qgd

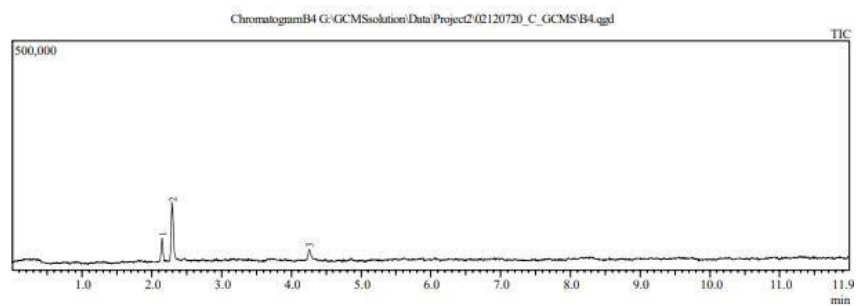


Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.151	2.120	2.195	43712	2.1	20331
2	2.310	2.255	2.360	25767	97.9	6571
				69479	100.00	26902

الجمهورية العربية السورية  
 جامعة البعث  
 كلية الصيدلة  
 قسم الكيمياء التحليلية  
 أ.م.د. نوال محمد عبد الوهاب  
 أ.م.د. هادي محمد عبد الوهاب  
 أ.م.د. هادي محمد عبد الوهاب

Sample Information

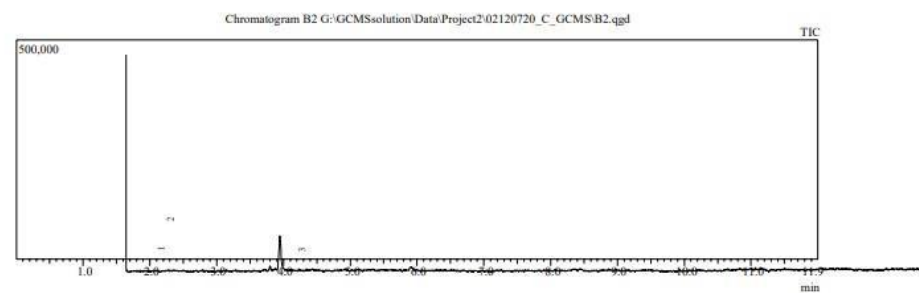
Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 10:49:16 AM  
 Sample Name : B4  
 Sample ID : 4  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A2.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSolution\System\Tune1\1\_Agus 2019.qgt



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.158	2.125	2.190	82336	4.80	48974
2	2.301	2.255	2.365	295180	90.90	127179
3	4.262	4.230	4.315	53753	4.30	22146
				431269	100.00	198299

Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 1:07:55 PM  
 Sample Name : B5  
 Sample ID : 14  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\B2.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSolution\System\Tune1\1\_Agus 2019.qgt

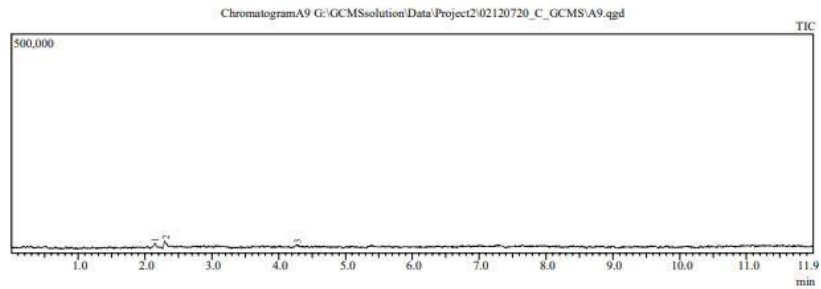


Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.157	2.125	2.185	19207	17.35	11631
2	2.305	2.265	2.370	193312	76.45	81089
3	4.266	4.180	4.290	40341	6.20	11499
				252860	100.00	104219

الجمهورية الإسلامية البلقانية

Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 12:35:47 PM  
 Sample Name : B7  
 Sample ID : 16  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A9.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\1\_Agus 2019.qgt



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Peak Report TIC		Height
				Area	Area%	
1	2.164	2.125	2.195	18410	33.12	9780
2	2.306	2.270	2.360	41333	55.48	15943
3	4.274	4.240	4.300	14754	12.40	6501
				74497	100.00	32224

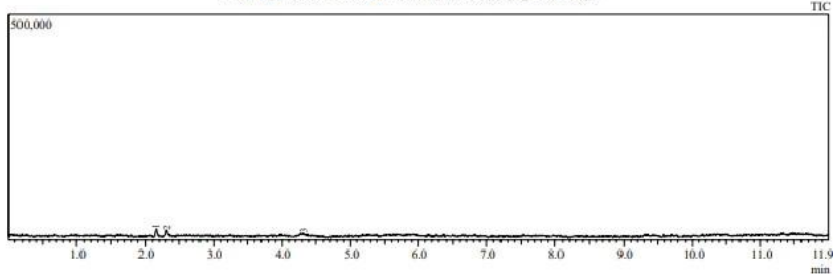




Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 12:05:14 PM  
 Sample Name : B8  
 Sample ID : 17  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A7.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\11\_Agus 2019.qgt

ChromatogramA7 G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A7.qgd

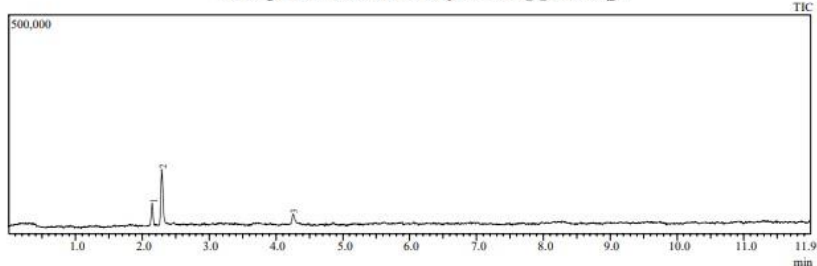


Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.159	2.120	2.195	36515	47.98	18329
2	2.310	2.265	2.335	33363	37.54	15872
3	4.314	4.255	4.345	27403	14.48	7351
				97281	100.00	41552

Sample Information

Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 10:49:16 AM  
 Sample Name : B6  
 Sample ID : 15  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A2.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\11\_Agus 2019.qgt

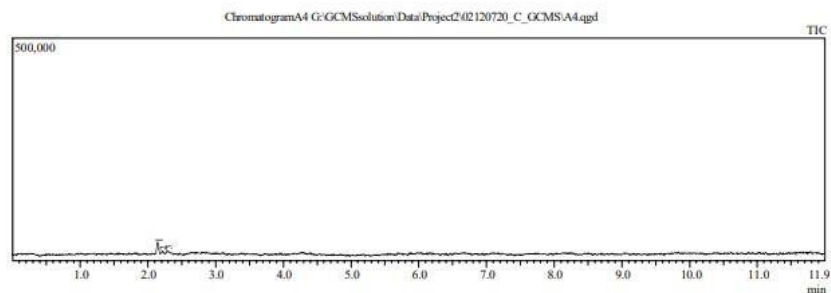
ChromatogramA2 G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A2.qgd



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.158	2.125	2.190	82336	24.00	48974
2	2.301	2.255	2.365	295180	68.40	127179
3	4.262	4.230	4.315	53753	7.60	22146
				431269	100.00	198299

الجمهورية العربية السورية  
 المعهد القومي للأدوية

Sample Information  
 Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 8/5/2020 11:19:47 AM  
 Sample Name : B9  
 Sample ID : 18  
 Injection Volume : 0.10  
 Data File : G:\GCMSsolution\Data\Project2\02120720\_C\_GCMS\A4.qgd  
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune\11\_Agus 2019.qgt



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	2.152	2.125	2.195	59854	54.52	29147
2	2.225	2.195	2.275	25669	25.68	9735
3	2.300	2.275	2.350	29548	19.80	9907
				115071	100.00	48789

Lampiran 2  
 Hasil Senyawa Pada GC-MS

Trial	Replikasi	Komponen	%
1	1	Acetic acid (CAS)	98,8
		Ethylic acid	16,79
		\$\$ Vinegar acid	17,78
		\$\$ Ethanoic acid	27,66
		\$\$ Glacial acetic acid	31,61
		\$\$ Methanecarboxylic acid	41,98
		\$\$ CH3COOH	43,48
		\$\$ component of	53,36
2	1	Acetic acid (CAS)	99,5
		Ethylic acid	14,92
		\$\$ Vinegar acid	15,92
		\$\$ Ethanoic acid	26,86
		\$\$ Glacial acetic acid	28,86
		\$\$ Methanecarboxylic acid	31,84
		\$\$ CH3COOH	42,78
		\$\$ component of	58,7
3	1	Acetic acid (CAS)	97,1
		Ethylic acid	14,56

No	Trial	Komponen	%
1	1	Phenol	1,20
		\$\$ ENT 1814	0,45
		\$\$ PhOH	0,46
		\$\$ Benzenol	0,6
		\$\$ Oxybenzene	0,73
		\$\$ Monophenol	0,78
		\$\$ Phenic acid	0,87
		\$\$ Carbolic ac	0,99
		2	1
\$\$ ENT 1814	0,57		
\$\$ PhOH	0,58		
\$\$ Benzenol	0,75		
\$\$ Oxybenzene	0,91		
\$\$ Monophenol	0,97		
\$\$ Phenic acid	1,09		
\$\$ Carbolic ac	1,24		
3	1		
		\$\$ ENT 1814	1,1

		\$\$ Vinegar acid	15,53
		\$\$ Ethanoic acid	26,21
		\$\$ Glacial acetic acid	28,15
		\$\$ Methanecarboxylic acid	31,07
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	41,75
		\$\$ component of	57,29
4	1	Acetic acid (CAS)	95,9
		Ethylic acid	14,39
		\$\$ Vinegar acid	15,34
		\$\$ Ethanoic acid	25,89
		\$\$ Glacial acetic acid	27,81
		\$\$ Methanecarboxylic acid	30,68
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	41,23
		\$\$ component of	56,58
5	1	Acetic acid (CAS)	83,22
		Ethylic acid	12,48
		\$\$ Vinegar acid	13,31
		\$\$ Ethanoic acid	22,46
		\$\$ Glacial acetic acid	24,13
		\$\$ Methanecarboxylic acid	26,63
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	35,78
		\$\$ component of	49,09
6	1	Acetic acid (CAS)	74,36
		Ethylic acid	11,15
		\$\$ Vinegar acid	11,89
		\$\$ Ethanoic acid	20,07
		\$\$ Glacial acetic acid	21,56
		\$\$ Methanecarboxylic acid	23,79
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	31,97
		\$\$ component of	43,87
7	1	Acetic acid (CAS)	59,83
		Ethylic acid	8,97
		\$\$ Vinegar acid	9,57
		\$\$ Ethanoic acid	16,15
		\$\$ Glacial acetic acid	17,35
		\$\$ Methanecarboxylic acid	19,14
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	25,72
		\$\$ component of	35,29
8	1	Acetic acid (CAS)	53,68
		Ethylic acid	8,05

		\$\$ PhOH	1,13
		\$\$ Benzenol	1,45
		\$\$ Oxybenzene	1,76
		\$\$ Monophenol	1,88
		\$\$ Phenic acid	2,11
		\$\$ Carbolic ac	2,4
4	1	Phenol	4,10
		\$\$ ENT 1814	1,55
		\$\$ PhOH	1,59
		\$\$ Benzenol	2,05
		\$\$ Oxybenzene	2,5
		\$\$ Monophenol	2,66
		\$\$ Phenic acid	2,99
		\$\$ Carbolic ac	3,4
5	1	Phenol	4,70
		\$\$ ENT 1814	1,78
		\$\$ PhOH	1,83
		\$\$ Benzenol	2,35
		\$\$ Oxybenzene	2,86
		\$\$ Monophenol	3,05
		\$\$ Phenic acid	3,43
		\$\$ Carbolic ac	3,9
6	1	Phenol	9,10
		\$\$ ENT 1814	3,45
		\$\$ PhOH	3,54
		\$\$ Benzenol	4,55
		\$\$ Oxybenzene	5,55
		\$\$ Monophenol	5,91
		\$\$ Phenic acid	6,64
		\$\$ Carbolic ac	7,55
7	1	Phenol	14,29
		\$\$ ENT 1814	5,39
		\$\$ PhOH	5,53
		\$\$ Benzenol	1,01
		\$\$ Oxybenzene	8,66
		\$\$ Monophenol	9,23
		\$\$ Phenic acid	10,36
		\$\$ Carbolic ac	11,78
8	1	Phenol	15,95
		\$\$ ENT 1814	4,29

		\$\$ Vinegar acid	8,58
		\$\$ Ethanoic acid	11,8
		\$\$ Glacial acetic acid	15,56
		\$\$ Methanecarboxylic acid	17,17
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	23,08
		\$\$ component of	31,67
9	1	Acetic acid (CAS)	34,3
		Ethylic acid	6,17
		\$\$ Vinegar acid	8,91
		\$\$ Ethanoic acid	13,47
		\$\$ Glacial acetic acid	15,09
		\$\$ Methanecarboxylic acid	17,49
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	23,66
		\$\$ component of	26,75
1	2	Acetic acid (CAS)	99,9
		Ethylic acid	14,98
		\$\$ Vinegar acid	15,98
		\$\$ Ethanoic acid	21,97
		\$\$ Glacial acetic acid	28,97
		\$\$ Methanecarboxylic acid	31,96
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	42,95
		\$\$ component of	58,94
2	2	Acetic acid (CAS)	98,3
		Ethylic acid	14,75
		\$\$ Vinegar acid	15,72
		\$\$ Ethanoic acid	21,62
		\$\$ Glacial acetic acid	28,51
		\$\$ Methanecarboxylic acid	31,45
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	42,26
		\$\$ component of	57,99
3	2	Acetic acid (CAS)	97,9
		Ethylic acid	14,68
		\$\$ Vinegar acid	15,66
		\$\$ Ethanoic acid	21,53
		\$\$ Glacial acetic acid	28,39
		\$\$ Methanecarboxylic acid	31,32
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	42,09
		\$\$ component of	57,76
4	2	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	90,9

		\$\$ PhOH	6,2
		\$\$ Benzenol	6,36
		\$\$ Oxybenzene	7,47
		\$\$ Monophenol	8,74
		\$\$ Phenic acid	9,06
		\$\$ Carbolic ac	10,49
9	1	Phenol	28,17
		\$\$ ENT 1814	7,58
		\$\$ PhOH	10,95
		\$\$ Benzenol	11,24
		\$\$ Oxybenzene	13,2
		\$\$ Monophenol	15,45
		\$\$ Phenic acid	16,01
		\$\$ Carbolic ac	18,54
1	2	Phenol	1,00
		\$\$ ENT 1814	0,27
		\$\$ PhOH	0,39
		\$\$ Benzenol	0,4
		\$\$ Oxybenzene	0,47
		\$\$ Monophenol	0,55
		\$\$ Phenic acid	0,57
		\$\$ Carbolic acid	0,66
2	2	Phenol	1,7
		\$\$ ENT 1814	0,45
		\$\$ PhOH	0,66
		\$\$ Benzenol	0,68
		\$\$ Oxybenzene	0,79
		\$\$ Monophenol	0,93
		\$\$ Phenic acid	0,96
		\$\$ Carbolic acid	1,12
3	2	Phenol	2,1
		\$\$ ENT 1814	0,81
		\$\$ PhOH	0,88
		\$\$ Benzenol	0,92
		\$\$ Oxybenzene	1,15
		\$\$ Monophenol	1,49
4	2	Phenol	4,3
		\$\$ ENT 1814	1,67

		\$\$ Vinegar acid	25,45
		\$\$ Ethanoic acid	26,36
		\$\$ Glacial acetic acid	32,72
		\$\$ Methanecarboxylic acid	39,08
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	48,17
		\$\$ component of	61
5	2	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	76,45
		\$\$ Vinegar acid	11,46
		\$\$ Ethanoic acid	12,23
		\$\$ Glacial acetic acid	20,64
		\$\$ Methanecarboxylic acid	22,17
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	24,46
		\$\$ component of	32,87
6	2	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	68,44
		\$\$ Vinegar acid	19,16
		\$\$ Ethanoic acid	19,84
		\$\$ Glacial acetic acid	24,63
		\$\$ Methanecarboxylic acid	29,42
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	36,27
		\$\$ component of	41,06
7	2	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	55,48
		\$\$ Vinegar acid	8,32
		\$\$ Ethanoic acid	8,87
		\$\$ Glacial acetic acid	13,87
		\$\$ Methanecarboxylic acid	16,08
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	17,75
		\$\$ component of	23,85
8	2	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	37,54
		\$\$ Vinegar acid	5,63
		\$\$ Ethanoic acid	6,06
		\$\$ Glacial acetic acid	9,25
		\$\$ Methanecarboxylic acid	10,88
		\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	12,01
		\$\$ component of	15,01
9	2	Acetic acid	25,68
		\$\$ Vinegar acid	7,44
		\$\$ Ethanoic acid	10,78

		\$\$ PhOH	1,8
		\$\$ Benzenol	1,89
		\$\$ Oxybenzene	2,36
		\$\$ Monophenol	3,05
		\$\$ Phenic acid	3,82
5	2	Phenol	6,28
		\$\$ ENT 1814	2,51
		\$\$ PhOH	2,63
		\$\$ Benzenol	3,14
		\$\$ Oxybenzene	3,83
		\$\$ Monophenol	4,08
		\$\$ Phenic acid	4,58
		\$\$ Carbolic acid	5,21
6	2	Phenol	7,60
		\$\$ ENT 1814	2,88
		\$\$ PhOH	2,96
		\$\$ Benzenol	3,8
		\$\$ Oxybenzene	4,71
		\$\$ Monophenol	5,01
		\$\$ Phenic acid	5,09
		\$\$ Carbolic acid	5,62
7	2	Phenol	12,46
		\$\$ ENT 1814	4,73
		\$\$ PhOH	4,85
		\$\$ Benzenol	6,23
		\$\$ Oxybenzene	7,72
		\$\$ Monophenol	8,22
		\$\$ Phenic acid	8,34
		\$\$ Carbolic acid	9,22
8	2	Phenol	14,48
		\$\$ ENT 1814	3,1
		\$\$ PhOH	5,64
		\$\$ Benzenol	5,79
		\$\$ Oxybenzene	6,8
		\$\$ Monophenol	7,96
		\$\$ Phenic acid	8,25
\$\$ Carbolic acid	9,55		

	\$\$ Glacial acetic acid	11,04
	\$\$ Methanecarboxylic acid	12,06
	\$\$ CH <sub>3</sub> COOH	16,17
	\$\$ component of	15,4

9

2

Phenol	19,8
\$\$ ENT 1814	1,56
\$\$ PhOH	1,64
\$\$ Benzenol	1,96
\$\$ Oxybenzene	2,38
\$\$ Monophenol	2,54
\$\$ Phenic acid	2,86
\$\$ Carbolic acid	3,25
\$\$ Phenylic acid	3,64
\$\$ Hydro	3,68

