

Perbandingan Pembuatan Tepung Asap Cair (*Liquid Smoke Powder*) Dari Limbah Padat Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) Menggunakan Enkapsulasi Kitosan Dan Maltodekstrin

Cut Nazila Putri, Zainuddin Ginting, Jalaluddin, Eddy Kurniawan, Syamsul Bahri

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
*e-mail: zginting@unimal.ac.id

Abstrak: Asap cair terbentuk melalui kondensasi atau pengembunan uap yang dihasilkan dari proses pembakaran, baik secara langsung maupun secara tidak langsung bahan-bahan yang melimpah akan lignin, selulosa, dan hemiselulosa, seperti limbah nilam, tempurung kelapa dan sabut kelapa, serta bahan-bahan lainnya. Namun, penggunaan asap cair sering dianggap tidak praktis dan sulit dalam distribusi serta transportasi. Senyawa fenolik dalam asap cair rentan terhadap oksidasi, sehingga diperlukan teknologi untuk melindungi komponen aktifnya dan mempermudah penanganannya. Salah satu solusi adalah dengan membuat tepung asap cair (*liquid smoke powder*) melalui enkapsulasi menggunakan kitosan dan maltodekstrin sebagai media pelapis. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan hasil terbaik dari kadar air (%), *yield* (%), *bulk density* (%), pH, *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS), dan pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Prosedurnya melibatkan pelarutan kitosan dan maltodekstrin dengan asap cair pada konsentrasi 10%, 20%, dan 30%, kemudian mengeringkannya pada suhu 130°C, 135°C, 140°C, dan 145°C. Campuran tersebut kemudian dioven selama 3 jam. Hasil terbaik untuk kadar air, *yield*, *bulk density*, dan pH diperoleh pada konsentrasi *maltodekstrin* 30% dan suhu 145°C, yang masing-masing sebesar 3,36%, 32%, 0,794 gr/ml, dan 4,27. Uji organoleptik dari 10 responden menunjukkan rata-rata kesukaan terhadap aroma, warna, dan tekstur dengan skor 4,8, 4,7, dan 4,5.

Kata Kunci: *Bulk Density, Kadar Air, Enkapsulasi Kitosan, Maltodekstrin, Limbah padat dari tanaman nilam, Ph, Tepung Asap Cair, Yield.*

1. Pendahuluan

Tanaman nilam, anggota keluarga *labiatae*, tumbuh mencapai tinggi sekitar 1 meter dan menghasilkan minyak atsiri. Indonesia adalah produsen terkemuka minyak nilam global, dengan kontribusi sekitar 90% dari produksi global. Setiap tahun, area penanaman nilam di Indonesia terus meningkat. Secara visual, daun nilam Aceh dan nilam Jawa memiliki perbedaan spesifik. Daun nilam Aceh memiliki daun dengan permukaan halus, tepi bergerigi tumpul, dan ujung runcing, sedangkan daun nilam Jawa memiliki permukaan kasar, tepi bergerigi tajam dan ujung daun yang meruncing (Nuryani, 1997).

Minyak yang dihasilkan dari tanaman nilam memiliki aroma yang khas dan digunakan secara luas dalam industri parfum, kosmetik, dan aromaterapi. Minyak ini juga memiliki sifat antibakteri dan antiinflamasi yang membuatnya berguna dalam berbagai produk perawatan kulit. Selain itu, minyak esensial dari nilam sering dimanfaatkan sebagai bahan pengikat dalam wewangian karena kemampuannya untuk memperbaiki aroma dan memperpanjang daya tahan parfum.

Di Aceh Utara, luas tanaman nilam berkisar antara 42,59 hingga 64,67 hektar. Residu padat yang dihasilkan dari industri distilasi minyak nilam mencapai sekitar 98-

98,5% berasal dari bahan baku. Biasanya, residu padat ini hanya ditimbun disekitar lokasi penyulingan atau dibakar. Dengan pemanfaatan limbah padat nilam yang masih minim, dan kurangnya kesadaran Masyarakat tentang manfaat asap cair pada sektor industri makanan, penggunaan residu padat nilam yang diolah menjadi asap cair dapat membantu mengurangi polusi udara akibat pembakaran.

Asap cair adalah hasil dari kondensasi atau pengembunan uap yang dihasilkan dari pembakaran langsung maupun tidak langsung bahan-bahan kaya lignin, selulosa, hemiselulosa seperti limbah padat dari nilam, tempurung kelapa, dan sabut kelapa. Proses ini menghasilkan senyawa-senyawa yang memiliki efek antimikroba, antibakteri dan antioksidan, seperti asam dan turunannya.

Fungsi cairan asap variasi tergantung pada kelasnya. Kelas pertama digunakan untuk tujuan pengawetan untuk makanan instan seperti bola daging, mie dan kedelai. Kelas kedua berfungsi untuk tujuan pengawetan makanan alternatif untuk formalin, sementara kelas ketiga digunakan sebagai penghilang aroma. Di samping itu, cairan asap juga dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri, termasuk industri sektor makanan, pertanian dan industri kayu. Bahan utama dari cairan asap berperan dalam memberikan sensasi rasa dan tampilan visual yang diharapkan dalam produk asap, serta berperan sebagai pengawet, aktivitas melawan bakteri dan perlindungan antioksidan.

Yulia dan tim (2020) telah meneliti asap cair yang menggunakan limbah kulit buah pinang melalui metode pirolisis. Menurut Yulia, dengan meningkatnya suhu dan waktu pirolisis yang digunakan, rendemen, kadar asam, kadar fenol, dan nilai pH asap cair dari limbah kulit buah pinang juga meningkat. Studi ini menunjukkan bahwa pada suhu 450°C dan waktu 3 jam, asap cair yang dihasilkan memiliki rendemen tertinggi dengan jumlah 25,2%, nilai pH sekitar 1,70, kandungan asam asetat 32,4 ppm, serta konsentrasi fenol sebesar 0.630 ppm. Pada suhu dari waktu pirolisis itu, didapatkan hasil terbaik untuk rendemen, kandungan asam asetat, dan kadar fenol.

Penggunaan asap cair sering dianggap tidak praktis dan sulit dikelola, terutama dalam hal distribusi dan transportasi. Senyawa fenolik dalam asap cair mudah rusak karena oksidasi. Selain itu, senyawa volatil yang berfungsi sebagai bioreservatif, dapat menguap selama penyimpanan, sehingga kualitas asap cair menurun. Diperlukan pengembangan teknologi untuk melindungi komponen aktif dalam asap cair agar lebih tahan lama dan dapat dikelola dengan mudah. Salah satu metodenya adalah dengan membuat tepung asap cair (*Liquid smoke powder*) menggunakan enkapsulasi kitosan dan maltodekstrin sebagai media pembawa.

Enkapsulasi merupakan proses menempatkan suatu zat (biasanya senyawa aktif) di dalam zat lain yang berfungsi sebagai bahan dinding (senyawa atau campuran senyawa). Enkapsulasi kitosan melibatkan pelapisan bahan padat, cair, atau gas yang sensitif dengan kitosan, yang berfungsi sebagai salah satu bahan enkapsulan. Kitosan juga digunakan untuk menambahkan lapisan pelindung pada permukaan mikrokapsul, meningkatkan stabilitas, dan memberikan perlindungan yang efisien. Enkapsulasi dapat menghambat degradasi seperti oksidasi atau hidrolisis, dan juga melindungi dari kerusakan selama distribusi. Dengan demikian, komponen bioaktif tetap dapat berfungsi optimal, menjaga stabilitas selama proses pengolahan dan penyimpanan, serta mencegah interaksi yang tidak diinginkan dengan matriks makanan, terutama pada senyawa bioaktif yang rentan.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi "PERBANDINGAN DALAM PEMBUATAN TEPUNG ASAP CAIR (*LIQUID SMOKE POWDER*) DARI LIMBAH PADAT NILAM (*POGOSTEMON CABLIN BENTH*) MENGGUNAKAN ENKAPSULASI KITOSAN DAN MALTODEKSTRIN".

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan dan peralatan

Bahan dan perlengkapan yang digunakan dalam penelitian pembuatan tepung asap cair (*Liquid Smoke Powder*) termasuk sisa padatan dari industri nilam, asap cair, kitosan, maltodekstrin, reaktor pirolisis, erlenmayer, kompor gas, stopwatch, tabung gas, gelas ukur, piknometer, labu ukur, oven, ayakan, magnetic stirrer, termometer, aluminium foil, seperangkat alat distilasi, neraca analitik, cawan porselin, dan tangki pengaduk.

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian pembuatan tepung asap cair (*liquid smoke powder*) ini, metodologi terdiri dari empat Langkah. Tahap pertama adalah tahap persiapan bahan baku, di mana limbah padat nilam seberat 3 kg dicuci menggunakan air mengalir, selanjutnya dijemur di bawah sinar matahari hingga benar-benar kering, termasuk daun, cabang, dan batangnya. Setelah itu, bahan tersebut dihancurkan menggunakan alat crusher sekitar 1-2 cm.

Pada tahap kedua, yaitu proses produksi cairan asap, limbah nilam setelah pengeringan dan dihancurkan sebanyak 3 kg diukur beratnya. Peralatan pirolisis disusun dan diperiksa untuk memastikan tidak ada kebocoran, kemudian bahan baku dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis. Kompor dinyalakan dan suhu yang diinginkan, yaitu 350°C, dipertahankan agar tetap stabil. Corong asap dihubungkan menggunakan selang dan termokopel ke kondensor disambungkan ke reaktor untuk mengontrol suhu, dengan penambahan es batu untuk menjaga suhu di sekitar 10°C. Setelah proses kondensasi selama 2 jam, asap cair dikumpulkan dan disimpan di dalam erlemayer, lalu didiamkan selama 12 jam untuk mengendap.

Pada tahap ketiga, yaitu proses distilasi, asap cair disaring menggunakan penyaring kertas dan dimasukkan ke dalam labu distilasi. Kemudian, dipanaskan menggunakan hot plate dengan suhu asap cair terukur menggunakan thermometer. Distilasi dilakukan pada suhu 175°C selama 60 menit. Setelah mencapai suhu tersebut, proses distilasi dibiarkan hingga diperoleh produk distilat berupa asap cair. Proses distilasi diulang sebanyak dua kali untuk memastikan hasil yang maksimal. Selanjutnya, sampel asap cair dianalisis menggunakan uji GC-MS.

Tahap keempat melibatkan pembuatan tepung asap cair (*liquid smoke powder*), di mana kitosan dan maltodekstrin dengan konsentrasi 10%, 20%, dan 30% dicampurkan dengan 50 gr asap cair. Campuran tersebut diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 200 rpm selama 30 menit. Larutan mikroenkapsulasi diinkubasi dalam bak air pada suhu 45°C selama 15 menit, diikuti dengan homogenisasi menggunakan magnetik stirrer pada putaran 400 rpm selama 2 menit. Selanjutnya, larutan mikroenkapsulasi dikeringkan dalam oven pada berbagai suhu 130°C, 135°C, 140°C, dan 145°C selama 3 jam.

Setelah itu, tepung asap cair dihasilkan, dihancurkan dan disaring menggunakan ayakan dengan ukuran partikel 100 mesh. Hasil tepung asap cair disimpan pada wadah kaca dilapisi aluminium foil dan disimpan pada suhu ruangan selama 2 jam. Proses selanjutnya melibatkan karakterisasi parameter kualitas tepung asap cair, termasuk uji yield, bulk density, kadar air, pH, organoleptik dan uji SEM.

4. Hasil dan Diskusi

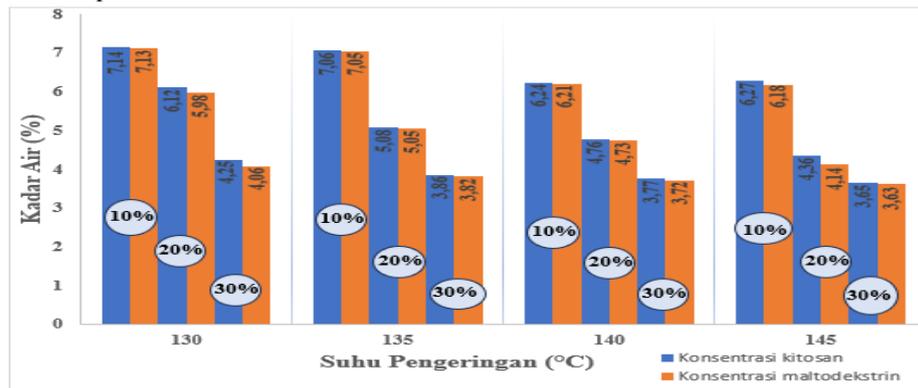
Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh optimal dari konsentrasi kitosan dan maltodekstrin serta suhu pengeringan dalam pembuatan tepung asap cair dari limbah padat nilam. Parameter kualitas yang dievaluasi meliputi kadar air, yield, bulk density, pH, karakter organoleptik, analisis GC-MS dan uji SEM. Variasi konsentrasi kitosan dan maltodekstrin yang digunakan adalah 10%, 20%, dan 30%, sedangkan variasi

suhu pengeringan adalah 130°C, 135°C, 140°C, dan 145°C. Proses pembuatan tepung asap cair dengan variasi variabel ini untuk mencapai kualitas tepung asap cair yang optimal.

Hasil dari penelitian perbandingan pembuatan tepung asap cair (*liquid smoke powder*) yang dihasilkan dari residu padat tanaman nilam menggunakan enkapsulasi kitosan dan maltodekstrin rincian studi ini adalah sebagai berikut:

- Perbandingan Konsentrasi dan Waktu Pengeringan Terhadap Kadar Air

Kandungan air merupakan faktor yang berpengaruh signifikan terhadap masa simpan produk pangan. Pengendalian kandungan air produk sangat penting karena mempengaruhi ketahanan produk selama penyimpanan. Data pengukuran kandungan air dapat ditemukan pada Gambar 3.1



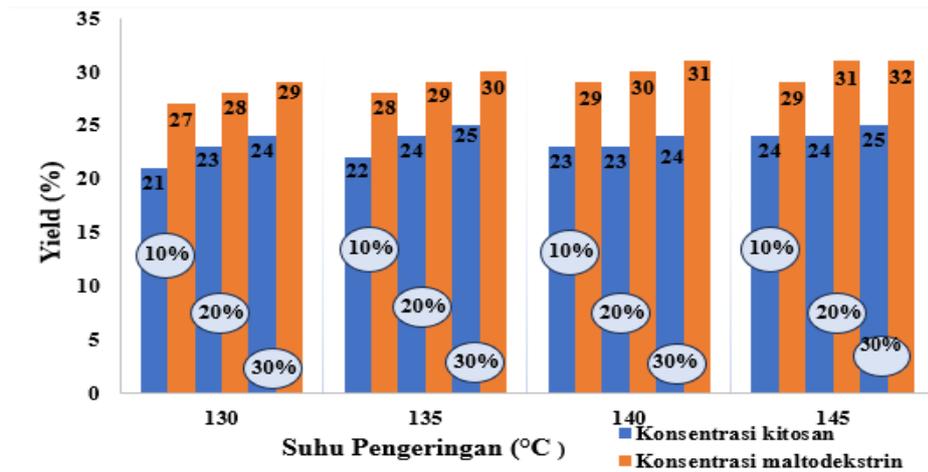
Grafik 3.1 Menunjukkan Perbandingan Konsentrasi Kitosan dan Maltodekstrin dengan Suhu Pengeringan Terhadap Kadar Air

Berdasarkan Grafik 3.1 terlihat bahwa pada perbandingan antara kitosan dan maltodekstrin pada suhu 130°C dengan konsentrasi 10%, kadar air tertinggi terjadi pada kitosan sebesar 7,14% dan maltodekstrin sebesar 7,13%. Sedangkan pada suhu 145°C dengan konsentrasi 30%, kadar air terendah terdapat pada maltodekstrin dengan nilai 3,63% dan kitosan sebesar 3,65%. Peningkatan konsentrasi maltodekstrin menghasilkan kadar air yang lebih rendah.

Ini disebabkan oleh sifat maltodekstrin yang menurunkan kadar air yang signifikan, karena maltodekstrin memiliki kemampuan untuk menyerap air bebas dalam suatu bahan. Menurut (Hui,2002), jika maltodekstrin ditambahkan dalam jumlah yang cukup, ini dapat mengurangi kadar air dalam produk. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa kadar air pada kitosan dan maltodekstrin memenuhi standar SNI 01-4453-1998 yang mensyaratkan kadar maksimal produk bubuk sebesar 8% (Prawira-Atmaja et al., 2019).

Perbandingan Konsentrasi dan Waktu Pengeringan Terhadap *Yield*

Yield adalah rasio antara berat total hasil dengan berat awal bahan baku. Dalam penelitian ini, digunakan asap cair dari limbah padat nilam dengan variasi konsentrasi kitosan dan maltodekstrin (10%, 20%, dan 30 %) serta variasi suhu pengeringan (130°C, 135°C, 140°C, dan 145°C). Grafik 3.2 menunjukkan hasil uji nilai *yield*.

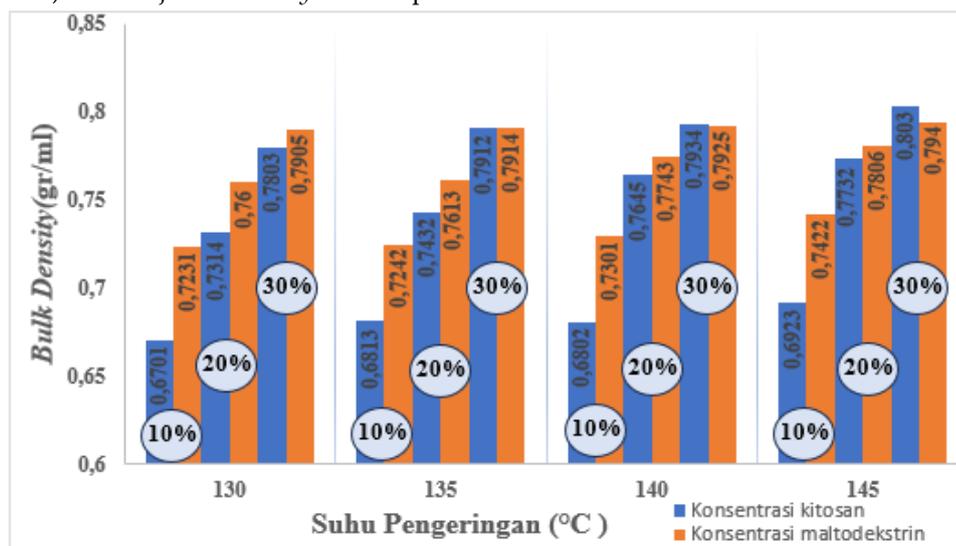


Grafik 3.2 Grafik Perbandingan Konsentrasi Kitosan dan maltodekstrin dengan Suhu Pengeringan Terhadap *Yield*

Berdasarkan Grafik 3.2 terlihat bahwa nilai *yield* tertinggi diperoleh pada konsentrasi 30% dan suhu 145°C untuk maltodekstrin sebesar 32%, serta untuk kitosan sebesar 25%. Hal ini disebabkan oleh pengaruh signifikan dari konsentrasi dan suhu pengeringan terhadap *yield* tepung asap cair yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin dan suhu pengeringan, semakin besar jumlah tepung asap cair yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan maltodekstrin secara optimal mampu mengurangi tegangan permukaan dan memfasilitasi pembentukan partikel padatan untuk meningkatkan efisiensi proses pengeringan. Proses pengeringan yang optimal berkontribusi pada peningkatan nilai *yield* (Zamzami & Dewi, 2023).

- Perbandingan Konsentrasi dan Waktu Pengeringan Terhadap *Bulk Density*

Bulk Density atau kepadatan kamba adalah rasio antara berat bahan terhadap volume yang diisi, termasuk ruang kosong di antara butiran bahan (Syarief & Anis, 1999). Kepadatan kamba menjadi penting sebagai parameter untuk perencanaan gudang penyimpanan, volume peralatan pengolahan, jenis pengemasan, dan sarana transportasi (Arygunartha et al., 2022). Hasil uji *bulk density* terlihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



Grafik 3.3 Menunjukkan Perbandingan Konsentrasi Kitosan dan Maltodekstrin dengan Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap *Bulk Density*

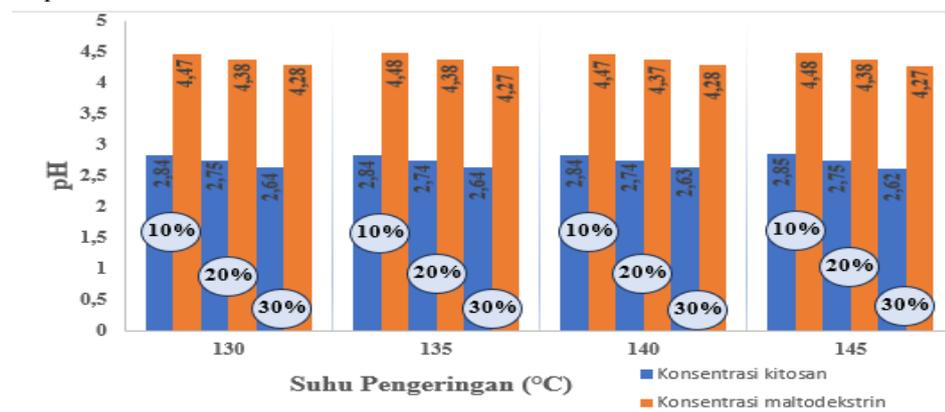
Berdasarkan Gambar 4.3, terlihat bahwa nilai *bulk density* yang optimal diperoleh pada konsentrasi 30% dan suhu 145°C untuk maltodekstrin sebesar 0,794 gr/ml, dan untuk kitosan sebesar 0,803 gr/ml. Hal ini disebabkan oleh partikel-partikel dengan porositas yang besar, yang mengakibatkan ruang antara partikel terisi udara sehingga nilai *bulk density* menjadi lebih kecil (Tinta & Khoiron, 2021).

Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa *bulk density* dari maltodekstrin dan kitosan berdasarkan pandangan Wirakartakusumah (1992), yang mengindikasikan bahwa *bulk density* untuk nilai umum untuk berbagai produk bubuk atau tepung biasanya antara 0,3 hingga 0,8 gr/ml. Hal ini dipengaruhi oleh tekstur dari tepung asap cair yang dihasilkan (Andriani et al., 2013).

Tepung cairan asap yang dihasilkan dari konsentrasi dan suhu pengeringan tinggi menghasilkan tekstur tepung yang lebih halus, sedangkan dari konsentrasi dan suhu pengeringan rendah menghasilkan tekstur yang lebih kasar. Tekstur kasar ini menyebabkan porositas pada tepung menjadi lebih besar.

Perbandingan Konsentrasi dan Waktu Pengeringan Terhadap pH

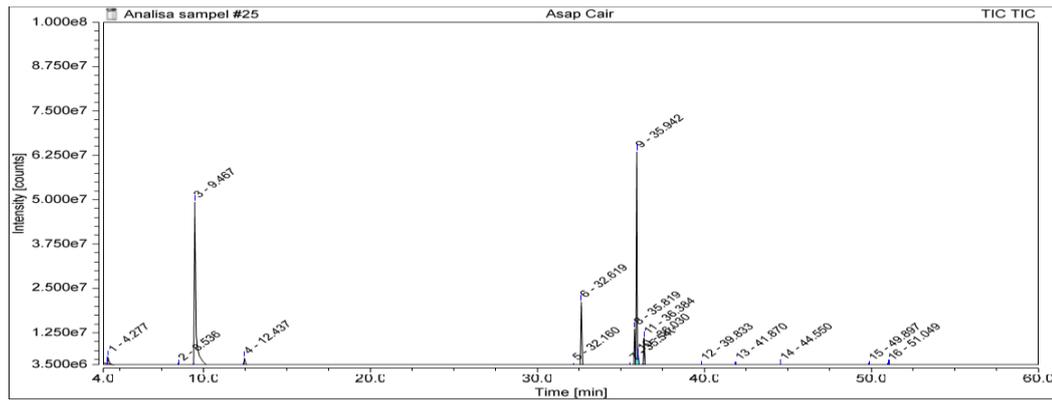
Tingkat pH adalah faktor penting dalam menentukan masa simpan produk pangan, karena keasaman rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan pH yang tinggi dapat mempermudah pertumbuhan mikroorganisme. Hasil pengukuran pH dalam penelitian ini tercantum dalam Gambar 3.4 di bawah.



Grafik 3.4 Menunjukkan Perbandingan Konsentrasi Kitosan dan Maltodekstrin dengan Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap pH

Kualitas tepung asap yang terenkapsulasi dengan kitosan dan maltodekstrin dipengaruhi oleh komposisi senyawa kimia yang ada di dalamnya menentukan mutu tepung asap yang diproduksi dalam studi ini. Nilai pH, memegang peranan penting dalam proses pengawetan makanan. Berdasarkan Gambar 3.4, nilai pH optimal tercapai pada kadar 30% dan suhu pengeringan 145°C, dengan maltodekstrin sebesar 4,27, dan kitosan sebesar 2,62. Hal ini konsisten dengan penemuan Montazeri et al. (2013) dan Saloko et al. (2013), yang mengindikasikan bahwa pH produk berkisar antara 2,3 hingga 5,7. Nilai keasaman (pH) meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi yang digunakan, semakin tinggi konsentrasi, semakin rendah pH nya, dan sebaliknya.

Analisa Komposisi Asap Cair Menggunakan Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS). Asap cair yang dihasilkan dari pirolisis limbah padat nilam dianalisa menggunakan GC-MS (Gas Chromatography–Mass Spectrometry). GC-MS adalah teknik analisis yang menggabungkan kromatografi gas dan spektrometri massa untuk memeriksa berbagai senyawa dalam sampel. Metode ini digunakan secara kualitatif dan kuantitatif untuk mengidentifikasi jenis senyawa dalam sampel serta menentukan jumlahnya.



Grafik 3.5 Menunjukkan Hasil Analisis GC-MS (Gas Chromatography–Mass Spectrometry)

Sampel yang digunakan untuk analisis komposisi ini adalah cairan asap yang dihasilkan dari limbah padat nilam dengan variasi waktu pirolisis selama 2 jam dan suhu pirolisis 350°C. Kromatogram dari sampel asap cair tersaji dalam gambar 3.5 berikut dan Tabel 3.1.

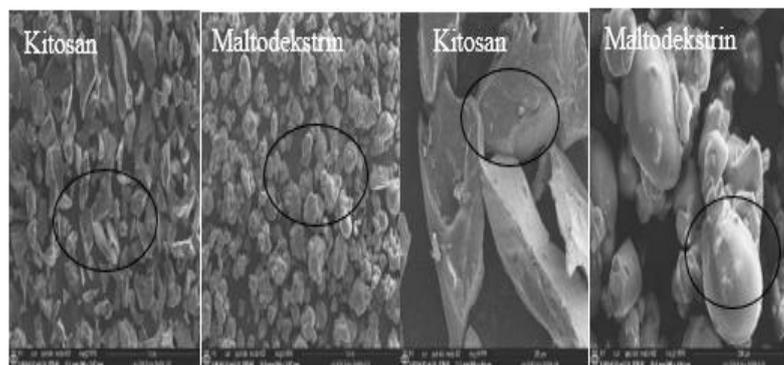
Tabel 3.1 Menunjukkan Komposisi senyawa dalam Cairan Asap Hasil Pirolisis Limbah Padat Nilam pada suhu 350°C dengan waktu 2 jam

Nama senyawa	Komposisi senyawa asap cair (% Area)
Phenol	
-Phenol	43,39
- Phenol, 2-methoxy-	3,46
Octadecenoic acid	
-trans-13-Octadecenoic acid, methyl ester	29,39
-9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester	4,23
-9-Octadecenoic acid (Z)-, phenylmethyl ester	0,32
Hexadecanoic acid	
-Hexadecanoic acid, methyl ester	10,98
-Hexadecanal, 2-methyl-	0,44
Senyawa Lainnya	
-Ethane-1,1-diol dipropanoate	0,94
-4-Pyridinol-1-oxide	0,42
-Z-10-Tetradecen-1-ol acetate	0,21
-Methyl stearate	4,02
-Cyclopentaneundecanoic acid, methyl ester	0,38
-1H-Azepine, 2,3,4,5,6,7-hexahydro-2-octylimino-	1,12
-1-Heptatriacotanol	0,23
-Stigmasta-3,5-diene	0,47

Tabel 3.1 menunjukkan bahwa hasil pirolisis limbah padat nilam menghasilkan dua jenis fenol dengan total kandungan 46,85%, tiga jenis senyawa asam octadecenoic acid dengan total kadar 33,94%, dua jenis senyawa hexadecanoic acid dengan total kadar 11,42%, serta delapan jenis senyawa lainnya dengan total kadar 7,79 %. Komponen atau zat yang terdapat dalam asap cair dari limbah padat nilam ini memiliki potensi sebagai pengawet karena memiliki sifat-sifat yang mendukung penggunaannya sebagai pengawet. Senyawa fenol dan asam dalam asap memiliki fungsi utama sebagai pengawet bahan pangan, sehingga produk ini dapat menjadi alternatif aman untuk menggantikan bahan pengawet berbahaya seperti formalin dan boraks.

- Perbandingan Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) Tepung Asap

Salah satu sifat penting dari tepung asap cair yang berkualitas adalah kecerdasan operasional (*operational intelligence*). Daya gerak bubuk didefinisikan sebagai kemampuan produk bubuk untuk bergerak pada kondisi tertentu (Schuck et al., 2012). Menurut Fitzpatrick (2013), kecerdasan operasional bubuk dipengaruhi oleh kontak antar partikel di permukaan. Salah satu faktor yang mempengaruhi sifat alir tepung asap cair merupakan distribusi ukuran partikel dan bentuk morfologi bubuknya (Prawira-Atmaja et al., 2019). Untuk menilai ukuran dan struktur fisik partikel bubuknya, analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*) perlu dilakukan, yang hasilnya terlihat dalam Gambar 3.6.



Gambar. A (perbesaran 100x)

Gambar. B (perbesaran 500x)

Ilustrasi 3.6 Morfologi Tepung Asap Cair Menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

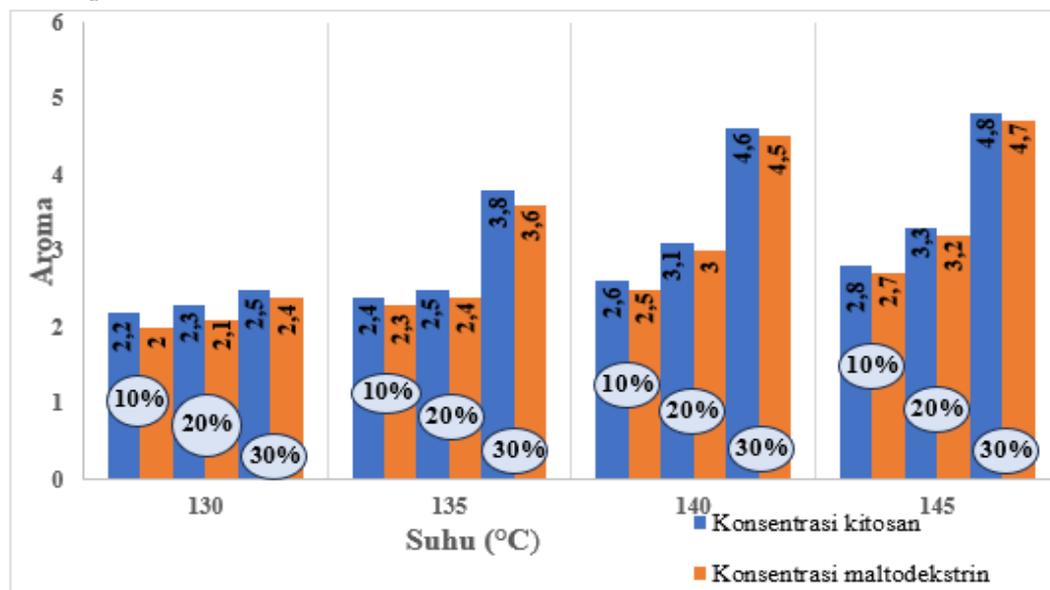
Gambar 3.6 menampilkan morfologi dan ukuran partikel dari tepung asap cair yang diamati dengan menggunakan SEM (*Scanning electron Microscopy*) pada tingkat perbesaran 100x dan 500x. Pada pembesaran 100x pada gambar (A), terlihat bahwa permukaan yang menggunakan maltodekstrin sebagai penyalut memiliki bentuk bulatan yang sferis dan teratur, yang mungkin hasil dari proses pengadukan. Namun, bentuk yang tidak teratur dapat terjadi selama proses pengeringan, terutama saat proses pembekuan yang cepat, yang dapat menghasilkan pengaruh terhadap dinding penyalut maltodekstrin. Pada gambar (B), terlihat adanya bulatan besar yang dikelilingi oleh bulatan-bulatan kecil membentuk kompleks bulatan yang berbeda-beda, serta mikrokapsul yang melekat satu sama lain. Bentuk ini juga dapat dipengaruhi oleh tingginya kadar air dalam proses tersebut.

Morfologi menunjukkan bahwa permukaan nanokapsulan tampak mulus tanpa keretakan pada sampel. Yuliana et al.(2007) menyatakan bahwa keretakan mikrokapsul dapat meningkatkan pelepasan bahan aktif. Selain itu, ukuran partikel dan permukaan tepung asap cair tampak lebih halus dan seragam. Hal ini disebabkan oleh proses

penghancuran sampel dan pengayakan menggunakan ayakan mesh 100, serta penggunaan kitosan sebagai enkapsulan yang dapat menghasilkan mikrokapsul. Hasil pengamatan menggunakan SEM ini konsisten dengan karakteristik yang mempengaruhi sifat alir tepung asap cair (Prawira-Atmaja et al., 2019).

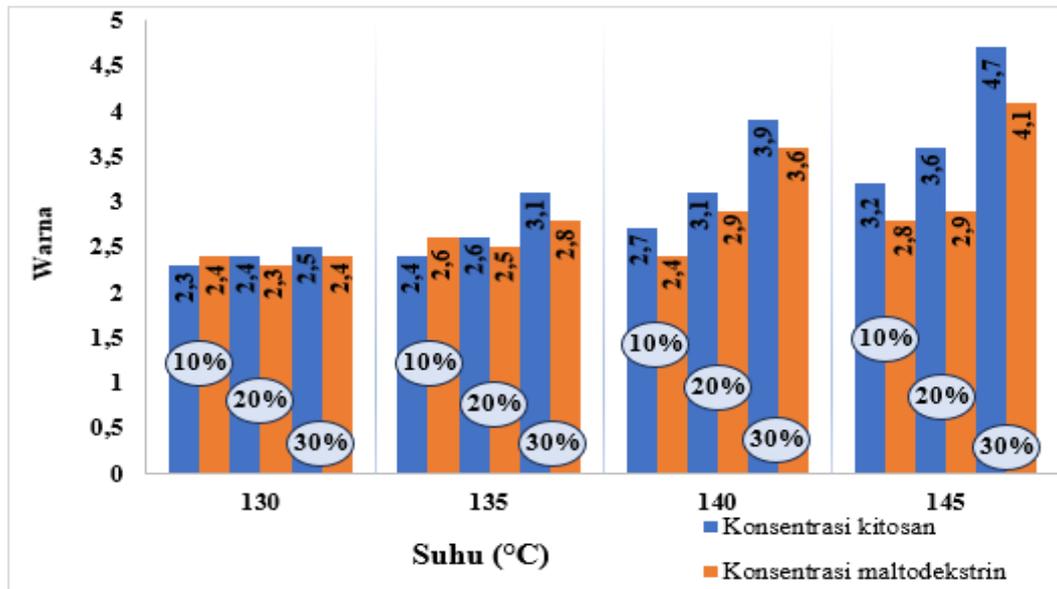
- Perbandingan Konsentrasi dan Suhu Pengeringan Terhadap Uji Organoleptik Tepung Asap Cair

Pengujian ini dilakukan dengan mendistribusikan kuisioner kepada 10 mahasiswa, termasuk mereka yang belajar di jurusan Teknik Kimia Universitas Malikussaleh. Uji tersebut mencakup penilaian aroma, warna dan tekstur. Hasil uji kemudian diurutkan sesuai dengan tingkatan yang telah ditentukan. Hasil lengkap dari uji organoleptik terlihat dalam gambar berikut ini.



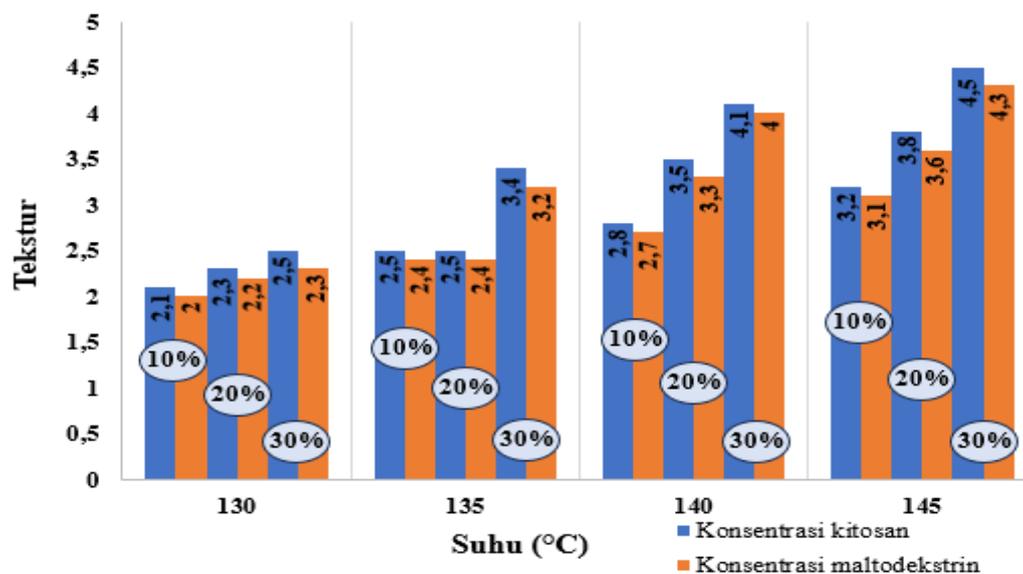
Grafik 3.7.1 Menunjukkan Perbandingan Konsentrasi dan Suhu Pengeringan Terhadap Aroma

Berdasarkan Gambar 3.7.1, hasil uji organoleptik aroma tepung asap cair menunjukkan rata-rata nilai 2,2-4,8. Nilai tertinggi yaitu 4,8, menunjukkan aroma yang cukup khas, diperoleh dari konsentrasi kitosan 30% dan suhu pengeringan 145°C. Nilai terendah yaitu 2, dengan aroma yang kurang khas, berasal dari konsentrasi maltodekstrin 10% dan suhu pengeringan 130°C. Konsentrasi kitosan dan suhu pengeringan mempengaruhi aroma tepung asap cair yang dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi kitosan dan suhu pengeringan, semakin kuat aroma tepung asap cair. Menurut Gustavo dalam Baharudin (2006), kitosan yang digunakan dalam proses enkapsulasi mampu melindungi senyawa yang rentan terhadap oksidasi atau panas dan menjaga stabilitas flavor selama penyaringan (Lailiyah & Indrawati, 2014).



Gambar 3.7.2 Grafik Perbandingan Konsentrasi dan Suhu Pengeringan Terhadap Warna

Berdasarkan Gambar 3.7.2, hasil uji organoleptik warna tepung asap cair rata-rata 2,3-4,7. Nilai tertinggi yaitu 4,7, dengan warna kecoklatan khas tepung asap cair, diperoleh dari konsentrasi kitosan 30% dan suhu pengeringan 145°C. Nilai terendah yaitu 2,3, dengan warna kuning kecoklatan khas tepung asap cair, berasal dari konsentrasi kitosan 10% dan suhu pengeringan 130°C. Konsentrasi kitosan dan suhu pengeringan berdampak pada warna dari tepung asap cair yang dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi kitosan dan suhu pengeringan, semakin coklat warna tepung asap cair. Ini sesuai dengan studi Baharudin (2006), yang mengemukakan bahwa penambahan kitosan berkonsentrasi tinggi mempercepat proses pengeringan dan mengubah warna menjadi kecoklatan (Lailiyah & Indrawati, 2014).



Gambar 3.7.3 Grafik Perbandingan Konsentrasi dan Suhu Pengeringan Terhadap Tekstur

Berdasarkan Gambar 3.7.3, hasil uji organoleptik tekstur tepung asap cair menunjukkan rata-rata nilai 2,1-4,5. Nilai tertinggi yaitu 4,5, dengan tekstur yang cukup halus, diperoleh dari konsentrasi kitosan 30% dan suhu pengeringan 145°C. Nilai terendah yaitu 2, dengan tekstur kurang halus, berasal dari konsentrasi maltodekstrin 10% dan suhu pengeringan 130°C. Konsentrasi kitosan dan suhu pengeringan mempengaruhi tekstur tepung asap cair yang dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi kitosan dan suhu pengeringan, semakin halus tekstur tepung asap cair. Menurut Kuntz dalam Baharudin (2006), kitosan digunakan sebagai pengisi, sedangkan suhu pengeringan membantu mengurangi kandungan air bahan, sehingga tepung asap cair lebih kering dan mudah dalam dihaluskan (Lailiyah & Indrawati, 2014).

5. Kesimpulan dan Saran

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi maltodekstrin 30% dan suhu 145°C, dengan kadar air sebesar 3,63%, *yield* sebesar 32, *bulk density* sebesar 0,794gr/ml, dan pH sebesar 4,27. Uji organoleptik yang melibatkan 10 orang menunjukkan bahwa rata-rata kesukaan terhadap aroma, warna dan tekstur tertinggi terdapat pada konsentrasi kitosan 30% dan suhu 145°C, dengan nilai masing-masing 8, 4,7 dan 4,5.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan asam asetat guna meningkatkan kadar keasaman, serta menggunakan jenis enkapsulan lain untuk menentukan kondisi reaksi terbaik dalam pembuatan tepung asap cair.

Daftar Pustaka

- Aminah, S., & Hersoelistyorini, W. (2021). Review Artikel: Enkapsulasi Meningkatkan Kualitas Komponen Bioaktif Minuman Instan. Prosiding Seminar Nasional UNIMUS, 4, 1869–1882.
- Andriani, M., Ananditho, B. K., & Nurhartadi, E. (2013). Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisik Dan the Influence of Drying Temperature to Physical and Sensory Characteristic of Overripe Tempeh Flour. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, 6(2), 95–101.
- Arygunartha, G. Y., Setianingsih, N. L. P. P., & Sunarso, S. U. P. (2022). Pengaruh Proses Pengolahan terhadap Sifat Fisika dan Kimia Bubuk Kedelai: Literature Review. Jurnal Impresi Indonesia, 1(2), 89–94. <https://doi.org/10.58344/jii.v1i2.21>
- Chouhan AP, Singh. (2015). Pyrolysis of Bagasse (Saccharum officinarum) Waste for Bio-Oil Production. RJPBCS, 6(5), 510. ISSN: 0975-8585.
- Dahlana, et al. (2015). Maximizing the Production of Liquid Smoke from Bark of Durio by Studying Its Potential Compounds. Procedia Environmental Sciences, 17, 60–69.
- Iswantoro, A., Mufidah, N., Dungga, M. E., Perbawani, S., & Anggraini, A. (2019). Optimasi Aplikasi Asap Cair Menggunakan Maltodekstrin Melalui Sistem Nanoenkapsulasi Terhadap Pengawetan Siamay. Prosiding Sentikuin, 2, 24. <https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin>
- Maga, J. A. (1987). Organoleptic Properties of Umami Substances, In Umami: A Basic Taste, ed. Y. Kawamura and M. R. Kare, Marsel Dekker, New York, 255-269.
- Mangun, H. M. S., Waluyo, H., & Purnama, A. (2012). Nilam Hasilkan Rendemen Minyak Hingga 5 Kali Lipat dengan Fermentasi Kapang. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Manoi, F. (2012). Perkembangan Teknologi Pengolahan dan Penggunaan Minyak Nilam serta Pemanfaatan Limbahnya. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. <https://doi.org/10.31941/biofarm.v15i2.1195>
- Maryam (2018) explored the utilization of liquid smoke powder as a flavor enhancer and food preservative, focusing on a case study involving sponge cake.

- Hanafiah, M., Faisal, M., & Machdar, I. (2018). Potensi Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asap Cair Sebagai Bahan Edible Coating Anti Mikroba untuk Pengawetan Daging. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 7(2), 6–11. <https://doi.org/10.32734/jtk.v7i2.1639>
- Nuryani, Y., Syukur, C., & Rukmana, D. (1997). Evaluasi dan Dokumentasi Klon-Klon Harapan Nilam. Laporan Tahunan (unpublished).
- Prawira-Atmaja, M. I., Haryanto, S., Maulana, H., Shabri, S., & Rohdiana, D. D. (2019). Karakteristik Sifat Alir Bubuk Teh Hijau yang Diproses dengan Metode Penepung Berbeda. *Jurnal Sains Teh dan Kina*, 21(2), 85–95. <https://doi.org/10.22302/pptk.jur.jptk.v21i2.147>
- Ridhuan, K., Wahyudi, T. C., Sulistiyo, D., & Anggara, B. (2021). Karakteristik Proses Destilasi Asap Cair Grade 3. Turbo: *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 10(2), 288–294. <https://doi.org/10.24127/trb.v10i2.1761>
- Ritonga, A. M., Listanti, R., & Kurniasih, T. I. (2022). Analisis Penggunaan Bubuk Asap Cair Tempurung Kelapa sebagai Bahan Pengawet. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 16(2), 252–262. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v16i2.12369>
- Sakdiyah, K., & Wahyuni, R. (2019). Pengaruh Persentase Maltodekstrin dan Lama Pengeringan Terhadap Kandungan Vitamin C Minuman Serbuk Instan Terong Cepoka (*Solanium Torvum*). Universitas Yudharta Pasuruan.
- Saputra, R. Y., Naswir, M., & Suryadri, H. (2020). Perbandingan Karakteristik Asap Cair pada Berbagai Grade dari Pirolisis Batubara. *Jurnal Engineering*, 2(2), 96–108. <https://doi.org/10.22437/jurnalengineering.v2i2.11531>
- Sri. (2018). Identifikasi Mutu Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Agroqua*, 16(1).
- Tahir, I. (1992). Pengambilan Asap Cair secara Destilasi Kering pada Proses Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa. Skripsi, FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Tinta, F., & Khoiron, F. M. (2021). Perbandingan Karakteristik Bulk Density dan. *Science and Engineering National Seminar*, 6(SENS 6), 4–7.
- Wika. (2021). Studi Karakteristik Limbah Padat Hasil Penyulingan Minyak Nilam Lhokseumawe. Universitas Malikussaleh.
- Zamzami, M., & Dewi, E. N. (2023). Pengaruh Konsentrasi Putih Telur dalam Pembuatan Bubuk Kaldu Jamur Tiram dengan Metode Foam Mat Drying. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 8(4), 732–738. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i4.492>